



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

**TESIS DOCTORAL**

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES  
DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL  
DISTRITO DE RIEGO No. 041,  
RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Víctor Manuel Olmedo Vázquez*  
**Septiembre de 2017**

TITULO: *Determinación de indicadores de gestión en los módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México)*

AUTOR: *Víctor Manuel Olmedo Vázquez*

---

© Edita: UCOPress. 2018  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

[https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/  
ucopress@uco.es](https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es)

---



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA AGRONÓMICA Y MONTES

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

TESIS DOCTORAL

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES  
DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL  
DISTRITO DE RIEGO No. 041,  
RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Víctor Manuel Olmedo Vázquez*

Directores:

Dr. Emilio Camacho Poyato  
Dr. Juan Antonio Rodríguez Díaz

Córdoba, septiembre de 2017

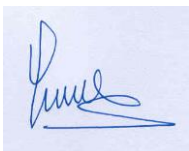


UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA AGRONÓMICA Y MONTES  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA  
TESIS DOCTORAL

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES  
DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL  
DISTRITO DE RIEGO No. 041,  
RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Tesis Doctoral presentada por Víctor Manuel Olmedo Vázquez, en satisfacción de los requisitos necesarios para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo y dirigida por los Drs. Emilio Camacho Poyato y Juan Antonio Rodríguez Díaz de la Universidad de Córdoba.

Los directores:



Fdo.: Dr. Emilio Camacho Poyato

El doctorando:



Fdo.: Víctor Manuel Olmedo Vázquez



Fdo.: Dr. Juan Antonio Rodríguez Díaz

Córdoba, septiembre de 2017



**TÍTULO DE LA TESIS:** *Determinación de indicadores de gestión en los módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México)*

**DOCTORANDO:** Víctor Manuel Olmedo Vázquez

### **INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS**

En la presente Tesis se adaptan técnicas de análisis de fronteras de producción, indicadores de gestión y benchmarking, desarrolladas para Comunidades de Regantes Andaluzas, a las peculiaridades del regadío del Valle del Yaqui en México.

La Tesis se estructura en tres grandes bloques. En el primero de ellos se aplican las técnicas de análisis de fronteras de producción no paramétricas, Data Envelopment Analysis (DEA), para determinar la eficiencia en la producción de todos los módulos que componen el distrito de riego.

En el segundo bloque, se adaptan los indicadores de gestión del riego propuestos por IPTRID (International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage) a las características del regadío de dicha zona de México. Dichos indicadores se usan para caracterizar los módulos de riego del distrito y son la base del análisis comparativo posterior mediante técnicas de benchmarking. Gracias a este análisis, se determinan con mayor precisión los módulos mejor gestionados y los aspectos a mejorar en los más desfavorecidos.

Por último, el trabajo se complementa con un análisis de competitividad y propuestas de sostenibilidad para la zona regable.

La Tesis ha dado lugar a tres artículos científicos en revistas JCR, dos de ellos aceptados para publicación y otro en segunda fase del proceso de revisión:

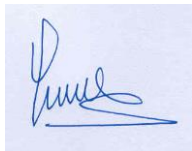
- Olmedo Vázquez, V. M., Camacho Poyato, E., Rodríguez Díaz, J. A., Minjares Lugo, J. L., Hernández Hernández, M. L. (2017) Uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia de riego en los Módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México). 2017. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. En prensa.



- Olmedo Vázquez, V. M., Camacho Poyato, E., Rodríguez Díaz, J. A., Minjares Lugo, J. L., Hernández Hernández, M. L. (2017) Determinación de indicadores de gestión en los Módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México). 2017. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. En prensa.

- Olmedo Vázquez, V. M., Camacho Poyato, E., Rodríguez Díaz, J. A., Minjares Lugo, J. L., Hernández Hernández, M. L. (2017) Competitividad y sostenibilidad en áreas agrícolas regables en el Distrito de Riego No. 041 Río, Yaqui (Sonora, México). 2017. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. En revisión.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral " Determinación de indicadores de gestión en los módulos del Distritito de Riego No. 41, Río Yaqui (Sonora, México)".



Emilio Camacho Poyato



Juan Antonio Rodríguez Díaz



## DEDICATORIA

Este logro académico se lo dedico especialmente a Lety, que en todo momento me impulso y me apoyo en todos los aspectos, bien sabe que este documento es suyo también. Dedicarle con mucho amor y cariño a Salma y a Víctor por su infinita paciencia, y que sepan que esta superación ha sido para ustedes.

De igual manera a mis padres Ambrocio Olmedo Martínez y Roselia Vázquez Marino por todas sus bendiciones y amor hacia nosotros. A mi hermana Martha Elena, a mis sobrinos Kevin y Aldo. A toda mi familia, especialmente a mi “abue” (f) donde quiera que esté.

A nuestros amigos de la comunidad cordobesa: Mary Trini, Elena, Julia, Enrique, Don Rafa (†), Sales, Diego y esposa, Jesús y esposa, Joaquina, Ramona, Maritza, Blanca, Ada, Don Manuel, Don Sebastián, Don Pablo, Sor Rosario, Sor Carmen, Madre Aurora, Javier, Pilar y Rafael, Ana, Olga y familia, Paco y familia, a un excelente amigo Rafael Luque García, a todos mis compañeros de cursillos, y a la gran cantidad de seres humanos que conocí residiendo en Córdoba.

En Obregón, a Agapitt y familia, especialmente a Saturnino López Sandoval, por estar siempre al pendiente de mis asuntos personales y sobre todo por su amistad sincera.

A quienes se han adelantado, porque también llegaron a este mundo un poco antes: Margarita Marino Castillo (†), Crescenciano Olascoaga (†) y Rafael Fernández Romero (†), donde quiera que estén los recuerdo con mucho cariño.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por su infinito amor al mundo, por habernos regalado la vida, y sus recursos naturales, principalmente el agua.

Agradezco a la Universidad Autónoma Chapingo por haberme permitido realizar mis estudios en la Escuela Internacional de Doctorado en Agroalimentación e idA3, a través del Programa de Doctorado de Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y de Desarrollo Rural Sostenible de la Universidad de Córdoba, España (UCO).

A la misma Universidad de Córdoba, Campus Rabanales por haberme dado la oportunidad de formarme en el Departamento de Agronomía, área de Hidráulica y Riegos.

Un especial, y sincero agradecimiento a mi director de Tesis Dr. Emilio Camacho Poyato por su apoyo siempre incondicional, y que día a día me impulsó para lograr los objetivos de la investigación; además de estar siempre al pendiente de mis asuntos personales y familiares.

Así mismo, un reconocimiento y agradecimiento a mi director de Tesis Dr. Juan Antonio Rodríguez Díaz por haberme guiado atinadamente en cada una de las asesorías solicitadas, y especialmente por su amistad, conformando un gran equipo de trabajo.

A la Dra. Pilar Montesinos Barrios que al igual que mis directores, representó un apoyo en todo momento. A la Dra. Manuela Castillo Quero por su orientación y apoyo en el uso de software Frontier Analyst.

Agradezco al Dr. José Emilio Guerrero Ginel por haber confiado en mí, a la Maestra Leovigilda Ortiz Medina por su apoyo, y estar al pendiente de los asuntos académicos. Así como a Conchita y a la Dra. Rosa Gallardo Cobos por su apoyo y amistad.

A todos con los que de una u otra manera me orientaron, y me brindaron su amistad en el área de Hidráulica y Riegos: Dra. Irene Fernández García, Dr. Antonio Jesús Espejo Pérez, Dr. Jorge García Morillo, Dra. Teresa Carrillo Cobo, Dr. Rafael González Perea, Dra. Andrea Román Sánchez, Dr. Gonzalo Martínez García.

A dos grandes amigos que me hicieron sentir como en casa, Ing. Rafael Bermúdez Morales, e Ing. Manuel Pedro Cañabate Márquez, con quienes compartí muchos momentos muy agradables en compañía de mi familia.

A mis amigos de siempre en México y orgullosamente chapingueros; Dr. Abelardo López Fernández, Ing. José Octavio Julián Ortiz Riveroll, Ing. Cesáreo Raúl Ruiz Hernández, Ing. Rafael Romero Ruiz, Ing. Vicente Tapia Medina, Ing. Antonio Gopar, gracias por estar siempre conmigo.

A todos mis compañeros del curso: "Experto universitario en gestión del riego y de comunidades regantes", especialmente a: Rafa, Manuel, Felix, Marcial, José Alberto, Blas, y a todos con los que compartí momentos interesantes en Baeza.

A mi hermano del alma M.C. José Luis Farías Sánchez por estar siempre impulsándome en lograr mis éxitos académicos, y que bien sabe que son suyos también.

Al Dr. José Luis Minjares Lugo, por ser parte fundamental en la investigación, agradeciendo su experiencia en el uso de agua de riego, por sus aportaciones y por su amistad sincera, y quien ha recibido el Premio Nacional de Irrigación Ing. Abelardo Amaya Brondo 2017, máximo reconocimiento que se otorga en México a quienes han destacado en el desarrollo de la irrigación del país

A El Colegio de la Frontera Norte, especialmente a la Dra. Sárah Eva Martínez Pellegrini, por su incondicional apoyo, y a quien le agradezco mi formación académica en uno de estos temas, además de la sincera amistad que se ha forjado durante estos años.

A Víctor Manuel Aviléz Ortega, por habernos brindado su amistad, apoyo e información fundamental para el desarrollo de la investigación en el área de estudio.

Un agradecimiento muy especial a cada uno de los participantes de los 42 módulos de riego, y al mismo Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México), que me brindaron su apoyo en todo momento para poder realizar el documento que hoy tienen en sus manos.

Agradezco a la Ing. María Guadalupe Chávez Espinoza (†), por la información proporcionada, sin la cual no hubiese sido nada posible, al Ing. José Ramón Romero Arreola por su interés en el estudio, al Ing. Humberto Borbón Valencia, al Ing. Humberto Yocupicio, y a todo su equipo con los que recorrí cada uno de los módulos de riego. Al Lic. José Manuel Román Pórtela por darme la oportunidad de conocer más de cerca la gestión del agua de riego; al Ing. Conrado Montoya Robles por su apoyo en todo momento.



<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. AGUA EN EL MUNDO.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Situación del riego en el mundo.....	1
1.1.2 Situación del riego en México.....	3
1.1.3 Situación en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui.....	4
<b>1.2 INDICADORES DE GESTIÓN Y TÉCNICAS DE BENCHMARKING.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA TESIS.....</b>	<b>7</b>
1.3.1 Objetivos.....	7
1.3.2 Justificación.....	7
1.3.3 Estructura de la tesis.....	9
<i>1.3.3.1 Introducción.....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.3.2 Uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia de riego en los Módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México).....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.3.3 Determinación de indicadores de gestión en los Módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México).....</i>	<i>9</i>
<i>1.3.3.4 Competitividad y sostenibilidad en áreas agrícolas regables en el Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México).....</i>	<i>10</i>
<b>1.4 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>11</b>
<b>2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO).....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 ÁREA REGABLE EN EL DISTRITO DE RIEGO 041, RÍO YAQUI.....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Bases de datos empleadas.....	24
2.2.2 Disponibilidad de agua en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui.....	27
2.2.3 Tipos de riego en el área de estudio .....	29
2.2.4 Propiedades y tipo de suelo en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui.....	29
2.2.5 Costos de Producción.....	30



<b>2.3 METODOLOGÍA</b> .....	31
2.3.1 Análisis Envolvente de Datos (DEA).....	31
2.3.2 Modelo DEA-CCR.....	31
2.3.3 Modelo DEA-BCC.....	33
2.3.4 Planteamiento del problema.....	35
<b>2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	36
2.4.1 Eficiencia técnica pura (DEA-BCC).....	36
2.4.2 Conjuntos de referencia.....	40
2.4.3 Valores de las holguras.....	41
2.4.4 Principales cultivos en módulos eficientes.....	45
2.4.5 Análisis de las mejoras potenciales en módulos ineficientes.....	47
2.4.6 Correlación entre las variables.....	49
2.4.7 Valores actuales y valores objetivo de los Inputs y Outputs.....	52
2.4.8 Valores de las intensidades ( $\lambda_j$ ) en el modelo DEA en forma envolvente.....	58
<b>2.5 CONCLUSIONES</b> .....	62
<b>2.6 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	64
ANEXO 2.1. BASES DE DATOS (INPUTS Y OUTPUT) CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS PARA LAS CUATRO CAMPAÑAS AGRÍCOLAS.....	67
ANEXO 2.2. CONJUNTO DE REFERENCIA DE LOS MÓDULOS DE RIEGO INEFICIENTES PARA LAS CUATRO CAMPAÑAS AGRÍCOLAS.....	71
ANEXO 2.3. ANÁLISIS DE HOLGURAS EN LAS VARIABLES CONSIDERADAS DEL MODELO DEA-BCC.....	75
ANEXO 2.4. VALORES OBSERVADOS, VALORES OBJETIVOS Y MEJORA POTENCIAL PARA CAMPAÑAS AGRÍCOLAS ESTUDIADAS.....	77
ANEXO 2.5. ANÁLISIS DEL RESUMEN DE MEJORA.....	80
<b>3. DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)</b> .....	84
<b>3.1 INTRODUCCIÓN</b> .....	84
<b>3.2 DISTRITOS DE RIEGO, MÓDULOS DE RIEGO</b> .....	87
3.2.1 Distritos de Riego en México.....	87

3.2.2 Distrito de Riego 041, Río Yaqui.....	88
3.2.3 Niveles de operación del Distrito de Riego.....	89
3.2.3.1 Tramo Muerto.....	91
3.2.3.2 Red Mayor.....	91
3.2.3.3 Red Menor.....	92
3.3 MÓDULOS DE RIEGO.....	92
3.3.1 Pedido y entrega del agua de riego.....	93
<b>3.4 INDICADORES DE GESTIÓN UTILIZADOS.....</b>	<b>97</b>
3.4.1 Indicadores desarrollados por el IPTRID.....	97
3.4.1.1. Particularidades de los indicadores.....	97
3.4.1.2 Indicadores de rendimiento.....	97
3.4.1.3 Indicadores de eficiencia en la productividad.....	101
<b>3.5 METODOLOGÍA.....</b>	<b>104</b>
3.5.1 Fuentes de información.....	104
3.5.2 Datos relacionados con la infraestructura hidráulica del distrito de riego.....	105
3.5.3 Datos de productividad.....	106
3.5.4 Datos meteorológicos.....	107
3.5.5 Protocolo de caracterización de módulos de riego.....	107
<b>3.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>108</b>
3.6.1 Cálculos de las variables para la obtención de los indicadores.....	108
3.6.1.1 Cultivos.....	108
3.6.1.2 Superficie sembrada.....	109
3.6.1.3 Superficie cosechada.....	111
3.6.1.4 Superficie regable y regada.....	111
3.6.1.5 Rendimiento (t/ha).....	113
3.6.1.6 Producción (t).....	113
3.6.1.7 Precio medio rural (\$/t).....	113
3.6.1.8 Valor de la producción (miles de \$).....	113
3.6.1.9 Costos de producción (miles \$/ha).....	114
3.6.1.10 Evotranspiración real (ETc).....	114

3.6.1.11 Precipitación efectiva.....	117
3.6.1.12 Requerimiento de riego.....	117
3.6.2 Caracterización.....	118
3.6.2.1 Caracterización de los módulos de riego y del distrito con los indicadores más representativos.....	118
3.6.3 Indicadores de gestión.....	119
3.6.4 Indicadores de rendimiento.....	120
3.6.4.1 Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m³).....	120
3.6.4.2 Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m³).....	122
3.6.4.3 Eficiencia de distribución.....	124
3.6.4.4 Suministro Relativo de Agua (RWS).....	125
3.6.4.5 Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS).....	126
3.6.5 Indicadores de eficiencia en la productividad.....	130
3.6.5.1 Productividad por unidad de agua de riego suministrada.....	131
<b>3.7 CONCLUSIONES.....</b>	<b>134</b>
<b>3.8 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>136</b>
ANEXO 3.1 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO 01.....	140
ANEXO 3.2 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO 02.....	141
ANEXO 3.3 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-63.....	142
ANEXO 3.4 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-64.....	143
ANEXO 3.5 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-66.....	144
ANEXO 3.6 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-68.....	145
ANEXO 3.7 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-70.....	146
ANEXO 3.8 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-73.8.....	147
ANEXO 3.9 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-79.....	148
ANEXO 3.10 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO C.M.D.....	149
ANEXO 3.11 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO MÓDULO 06.....	150
ANEXO 3.12 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-91 NORTE.....	151
ANEXO 3.13 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-91 SUR.....	152
ANEXO 3.14 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-95.....	153
ANEXO 3.15 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-105.....	154

ANEXO 3.16 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO BACAME.....	155
ANEXO 3.17 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO SANTINI I.....	156
ANEXO 3.18 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO SANTINI II.....	157
ANEXO 3.19 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO MÓDULO 10.....	158
ANEXO 3.20 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO MÓDULO 11.....	159
ANEXO 3.21 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO DOS-B.....	160
ANEXO 3.22 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO NÁINARI.....	161
ANEXO 3.23 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO DOS.....	162
ANEXO 3.24 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO CUATRO.....	163
ANEXO 3.25 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO 4-P-4.....	164
ANEXO 3.26 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO 4-P-6.....	165
ANEXO 3.27 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO 4-P-8.....	166
ANEXO 3.28 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO 4-P-10.....	167
ANEXO 3.29 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO 4-P-12.....	168
ANEXO 3.30 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO SEIS.....	169
ANEXO 3.31 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO OCHO.....	170
ANEXO 3.32 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO DIEZ.....	171
ANEXO 3.33 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO P 10-SUR.....	172
ANEXO 3.34 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO DOCE.....	173
ANEXO 3.35 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO CATORCE.....	174
ANEXO 3.36 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO DIÉCISEIS.....	175
ANEXO 3.37 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-73.5.....	176
ANEXO 3.38 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO DIECIOCHO.....	177
ANEXO 3.39 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO DIECINUEVE.....	178
ANEXO 3.40 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO VEINTE.....	179
ANEXO 3.41 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO K-88.5.....	180
ANEXO 3.42 INDICADORES IPTRID PARA EL MÓDULO DE RIEGO VEINTIDÓS.....	181
<b>4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041 RÍO, YAQUI (SONORA, MÉXICO).....</b>	<b>183</b>
<b>4.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>183</b>
<b>4.2 ÁREA DE ESTUDIO EN EL DISTRITO DE RIEGO 041, RÍO YAQUI.....</b>	<b>186</b>

<b>4.3 ANÁLISIS CON RESPECTO A LAS TEORÍAS DE PLANEACIÓN.....</b>	<b>187</b>
4.3.1 Desarrollo y crecimiento.....	188
4.3.2 Desarrollo regional.....	189
4.3.3 Desarrollo local.....	192
4.3.4 Competitividad.....	195
4.3.5 Planeación Agrícola.....	196
<b>4.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>197</b>
4.4.1 Objetivo general.....	197
4.4.2 Objetivos específicos.....	197
<b>4.5 METODOLOGÍA.....</b>	<b>198</b>
4.5.1 Fase de diagnóstico.....	198
4.5.2 Modelo de solución: definición de objetivos y formulación de estrategias.....	199
4.5.3 Elaboración de los planes de acción.....	200
4.5.4 Elaboración del documento del Plan Estratégico.....	200
<b>4.6 DISTRITOS DE RIEGO.....</b>	<b>202</b>
4.6.1 Distrito de Riego 041, Río Yaqui.....	202
<b>4.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>203</b>
4.7.1 Diamante de Porter.....	204
4.7.2 Plan Estratégico.....	206
4.7.2.1 Situación de la actividad agrícola y alternativas de solución.....	206
4.7.2.2 Establecimiento de Problemas y Objetivos.....	209
4.7.2.3 Problemas específicos.....	209
4.7.3 Formulación de estrategias.....	211
4.7.3.1 Estrategia1: Organización.....	211
4.7.3.2 Proyectos.....	211
4.7.3.3 Fortalecimiento de los Consejos de Administración.....	211
4.7.4 Estrategia 2: Planeación Integral.....	212
4.7.4.1 Proyectos:.....	212
4.7.4.2 Ordenamiento ecológico y territorial (vocación agrícola del área de estudio).....	212
4.7.4.3 Implementación y Seguimiento del Plan Estratégico.....	212

4.7.4.4 Revisión de los acuerdos y plan de uso sustentable del agua a largo plazo.....	213
4.7.5 Estrategia 3: Competitividad y Producción.....	214
4.7.5.1 Proyectos:.....	214
4.7.5.2 Crecimiento de la agricultura.....	214
4.7.5.3 Aumento de la producción.....	214
<b>4.8 CONCLUSIONES.....</b>	<b>215</b>
<b>4.9 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>216</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>220</b>
<b>5.1 PROPUESTAS DE INVESTIGACION A FUTURO.....</b>	<b>222</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1. Presa Álvaro Obregón (Oviáchic), con una capacidad de embalse de 2.989 millones de metros cúbicos.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2.1. Distribución de los módulos de riego en el Distrito de Riego 041, Sonora. México.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2.2. Red Menor: Tramo operado por los Módulos de Riego. Fuente: Distrito de Riego del Río Yaqui 041. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2014.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2.3. Superficies de las Subcuencas del Río Yaqui.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2.4. Aportaciones en el sistema de presas del Río Yaqui. Cuenca del Río Yaqui, Sonora Elaboración propia con datos del DRRY 041. Octubre de 2014.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2.5. Tipos de suelo en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui. Cortesía de Conagua.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 2.6. Eficiencia de escala (Coelli, 1996).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2.7. Variables utilizadas en el estudio de la eficiencia en el Distrito de Riego.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 2.8. Eficiencias BCC en las campañas agrícolas 2010-2011 (a), 2011-2012 (b), 2012-2013 (c) y 2013-2014 (d).....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 2.9. Variación de las holguras en el ciclo agrícola 2010-2011.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 2.10. Variación de las holguras en el ciclo agrícola 2011-2012.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 2.11. Variación de las holguras en el ciclo agrícola 2012-2013.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 2.12. Variación de las holguras en el ciclo agrícola 2013-2014.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 2.13. Distribución de módulos de riego que fueron eficientes por lo menos un año del periodo analizado.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 3.1. Distribución de calles, canales y drenes del distrito de Riego 041, Río Yaqui.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 3.2. Presa Álvaro Obregón (Oviáchic) y, salida del Canal Principal Alto (derecha) y Canal Principal Bajo (izquierda).....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 3.3. Red Mayor: Tramo operado por la Sociedad de Responsabilidad Limitada. Fuente: Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2015.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 3.4. Red Menor: Tramo operado por los Módulos de Riego. Fuente: Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2014.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 3.5. Asociación de Usuarios Productores Agrícolas del Módulo de Riego 02 del Canal Principal Alto del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui.....</i>	<i>93</i>

<i>Figura 3.6. Km 14 del Canal Alto y Represa Derivador Hornos donde nace el Canal Bajo. Fuente Google Earth 2017.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 3.7. Punto de control Km-61+572 y Canal lateral perteneciente al Módulo de Riego No. 02 del Canal Principal Alto donde se entrega el agua en M<sup>3</sup>/seg.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 3.8. Canal lateral y punto de aforo (medición del caudal), perteneciente al Módulo de Riego 02 del Canal Principal Alto.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 3.9. Toma directa del Canal Principal Alto a una parcela perteneciente al Módulo de Riego 02.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 3.10. Métodos volumétricos (totalizadores o medidores) y Métodos tradicionales (flotador, compuertas, vertedores, conductos y molinetes).....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 3.11. Otras formas de medir (Aforador de garganta larga, medidor volumétrico, calibración de sifones, medidor volumétrico ultrasónico, estructural autocontrol).....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 3.12. Tecnificación con compuertas automatizadas Tipo Rubicon FlumeGate.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 3.13. Estaciones meteorológicas en el Distrito de Riego. Fuente: Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES).....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 3.14. Dotación al productor de un volumen de agua por hectárea por año.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 3.15. Millones de metros cúbicos de agua de riego suministrados a los módulos de riego.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 3.16. Indicador Suministro Relativo de Agua (RWS) para cada módulo de riego en el Distrito de Riego, México. Por año agrícola.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 3.17. Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS) Por módulo de riego del Distrito de Riego, México, para las campañas agrícolas (a) 2010-2011, (b) 2011-2012, (c) 2012-2013 y (d) 2013-2014.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 4.1. Fracción del área agrícola del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui.....</i>	<i>187</i>
<i>Figura 4.2. Diamante de Porter adaptado al Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui.....</i>	<i>205</i>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1. Módulos de riego del Distrito, Sonora. México.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2.2. Estudio promedio para 4 campañas agrícolas en 42 módulos de riego.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 2.3. Cultivos establecidos en los módulos de riego que fueron eficientes por lo menos una campaña agrícola.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 2.4. Mejoras potenciales para los módulos de riego ineficientes en tres campañas analizadas.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 2.5. Correlación existente entre las distintas variables analizadas.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 2.6. Determinación de los valores objetivos para los 42 módulos de riego 2010-2011...</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 2.7. Determinación de los valores objetivos para los 42 módulos de riego 2011-2012...</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 2.8. Determinación de los valores objetivos para los 42 módulos de riego 2012-2013...</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 2.9. Puntuación interanual en 42 módulos de riego.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 3.1. Indicadores de gestión relativos a rendimiento. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID). (Malano y Burton, 2001).....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 3.2. Indicadores de Rendimiento.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 3.3. Indicadores de gestión relativos a la eficiencia en la productividad.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 3.4. Indicadores de Eficiencia en la Producción.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 3.5. Superficie sembrada en el Distrito. Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Agua, Organismo de Cuenca Noroeste.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 3.6. Superficie regable y regada en el Distrito de Riego en cuatro años agrícolas. Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Agua, Organismo de Cuenca Noroeste.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 3.7. Ubicación de las estaciones meteorológicas consideradas en el estudio.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 3.8. Elaboración propia. Evapotranspiración real (ETc), calculada a través de Cropwat 8.0 con datos del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES).....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 3.9. Suministro de agua de riego en Millones de metros cúbicos. Elaboración propia. Fuente: Distrito de Riego del Río Yaqui 041. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2014.....</i>	<i>121</i>

<i>Tabla 3.10. Suministro de agua de riego en Millones de metros cúbicos a través de pozos profundos. Elaboración propia. Fuente: Distrito de Riego del Río Yaqui 041. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2014.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 3.11. Categorías para evaluar el RIS en el Distrito de Riego.....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 3.12. Indicador Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS) según la campaña agrícola, por módulo de riego del Distrito de Riego, México.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 3.13. Productividad por unidad de agua de riego suministrada para cada módulo en el Distrito de Riego, México. Para las campañas agrícolas, en pesos por metros cúbicos (\$/m<sup>3</sup>).....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 3.14. Cultivos establecidos en los módulos de riego con mayores productividades en al menos un año agrícola.....</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 4.1. Producción agrícola anual en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabla 4.2. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 4.3. Problemas centrales y objetivos generales.....</i>	<i>209</i>
<i>Tabla 4.4. Acciones y resultados a seguir para el fortalecimiento del consejo de administración.....</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 4.5. Acciones y resultados a seguir en el ordenamiento ecológico y territorial.....</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 4.6. Acciones y resultados a seguir para el plan estratégico.....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 4.7. Acciones y resultados a seguir en el uso del agua.....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 4.8. Acciones y resultados a seguir para el crecimiento de la agricultura.....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 4.9. Acciones y resultados a seguir para aumentar la producción.....</i>	<i>214</i>





## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 AGUA EN EL MUNDO**

#### **1.1.1 Situación del riego en el mundo**

En todo el mundo, el empleo del agua y su gestión han sido un factor esencial para elevar la productividad de la agricultura y asegurar una producción previsible. El agua es esencial para aprovechar el potencial de la tierra y para permitir que las variedades mejoradas tanto de plantas como de animales utilicen plenamente los demás factores de producción que elevan los rendimientos. Al incrementar la productividad, la gestión sostenible del agua (especialmente si va unida a una gestión adecuada del suelo) contribuye a asegurar una producción mejor tanto para el consumo directo como para el comercio, favoreciendo así la producción de los excedentes económicos necesarios para elevar las economías rurales (FAO, 2002).

La superficie cultivada en el mundo se ha incrementado un 12% en los últimos cincuenta años. En el mismo período se ha duplicado la superficie mundial de regadío, lo que supone la mayor parte del incremento neto de la tierra cultivada. Entre tanto, la producción agrícola se ha multiplicado por 2,5 o por 3, gracias al aumento significativo del rendimiento de los principales cultivos. La agricultura utiliza ya el 11% de la superficie mundial de tierras para la producción agrícola. También hace uso del 70% de toda el agua extraída de acuíferos, corrientes fluviales y lagos. Las políticas agrícolas han beneficiado principalmente a los agricultores con tierras productivas y acceso al agua, pero han marginado a la mayoría de los productores a pequeña escala, que siguen atrapados en una situación de pobreza y extrema vulnerabilidad, degradación de las tierras e inseguridad climática (FAO, 2012).

Esta situación de vulnerabilidad, se hace presente en el área de estudio, correspondiente al Distrito de Riego 041, Río Yaqui; ya que más del 85% de la superficie agrícola ha sido rentada o vendida a productores con mayor potencial económico, lo cual ha provocado una situación de desestabilización en los diversos ejidos (sistema de distribución y posesión de la tierra) establecidos en el área agrícola que ocupa el distrito.

Los problemas que enfrenta actualmente la agricultura irrigada figura entre las mayores dificultades que sufre la humanidad a nivel global. Hoy se acumulan las evidencias que demuestran que esta clase de agricultura tiene límites ecológicos y no puede enfrentar exitosamente las necesidades crecientes de producción de alimentos porque las disponibilidades de agua se han convertido en un claro factor limitante de sus líneas tecnológicas, especialmente en algunas aéreas pobres del mundo afectadas por la carencia de agua (Toledo, 2002).

La FAO (2013), determina que la agricultura, y en particular la agricultura de regadío, están sufriendo cambios muy rápidos y enfrentándose a viejos y a nuevos problemas. Los agricultores de todo el mundo han de adaptarse a un mundo en el que el comercio y la globalización han aumentado velozmente la interdependencia y la interconexión entre la producción y los patrones de consumo de las personas, y en el que el progreso tecnológico ha potenciado la productividad agrícola. La revolución verde y los posteriores progresos agronómicos han ayudado a la producción agrícola a superar el ritmo de crecimiento de la población y a dar de comer a un número de personas en constante aumento con alimentos cada vez más diversificados y de mejor calidad. Pero esto también ha tenido un gran coste a nivel medioambiental.

En la mayoría de los casos, el aumento de la productividad de agua (es decir, producir más cosechas o valor por volumen de agua empleado) es la vía más importante para la gestión de la demanda de agua en la agricultura. Esto es posible gracias a la combinación de un mejor control del agua, una mejor ordenación de tierras y mejores prácticas agrícolas. Por otra parte, las inversiones en infraestructuras hidráulicas por sí solas no son suficientes para mejorar la productividad agrícola. Los agricultores necesitan tener acceso a insumos como abonos y semillas, acceso al crédito y a una mejor educación e información acerca del uso de los insumos y de las técnicas más modernas (Unesco, 2015).

La FAO (2017), indica que la agricultura se enfrenta a retos complejos de aquí al 2050 para alimentar a una población que alcanzará 9 000 millones de personas. Una certeza, sin embargo, es que se necesitará más agua para producir el 60% de los alimentos adicionales que se calcula serán necesarios. La labor de la FAO en el agua se centra en un uso del agua en la agricultura más eficiente, equitativo y respetuoso con el medio ambiente.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1.2 Situación del riego en México

La agricultura de riego en México se desarrolla dentro de una gran diversidad de condiciones de clima, suelos, desarrollo tecnológico y factores socioculturales. En 6,2 millones de hectáreas bajo riego, que representan 25% de la superficie cultivada en el país, se obtiene 50% de la producción agrícola nacional (Palacios et al., 2010).

El mayor uso del agua en México es el agrícola. Con base en el VII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007 (el último disponible a nivel nacional), la superficie en unidades agrícolas de producción fue de 30,2 millones de hectáreas, de las cuales 18% eran de riego y el resto tenían régimen de temporal. Además, México ocupa el séptimo lugar mundial en términos de superficie con infraestructura de riego con 6,4 millones de hectáreas, de las cuales un poco más de la mitad corresponde a 86 distritos de riego, y el restante a más de 39.000 unidades de riego (Conagua, 2015).

México, posee aproximadamente el 0,1% del total de agua dulce disponible a nivel mundial, lo que determina que un porcentaje importante del territorio esté catalogado como zona semidesértica (tal es el caso de la ubicación del Distrito de Riego 041, Río Yaqui). Esto implica, también, la necesidad de considerar al agua no sólo como un elemento vital, sino como un factor estratégico para el desarrollo global del país (Agua.org.mx, 2017). En el caso del agua de riego en México, es irracional el desperdicio de este elemento para la sociedad dado el problema de escasez en muchas regiones agropecuarias del país. Además, el problema radica en que el agua de riego se desperdicia a causa del propio sistema regulatorio, el cual pareciera ser muy racional dado el contexto en el que interactúan los usuarios pero que en los hechos provoca serias distorsiones en su utilización (Olivera, et al., 2008).

Aunado al rezago en la tecnificación del campo, los problemas derivados de la sobreexplotación de los acuíferos se relacionan con las bajas tarifas que la agricultura paga por la electricidad y por el líquido (González, 2014). El mismo González, 2014, indica que un estudio reciente sobre el mercado del agua agrícola en México describe que son el bajo precio del agua y



su indiferenciación respecto a los niveles de disponibilidad y productividad por región, y por productos agrícolas el origen principal del desperdicio y escasez creciente del agua en la irrigación.

### **1.1.3 Situación en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui.**

En los últimos años, la cuenca del Río Yaqui ha enfrentado una fuerte sequía, que ha impactado adversamente el normal desarrollo del distrito de riego. La sequía en esta cuenca se considera como un evento natural de gran peligro, el cual difiere de otros eventos extremos ocurridos en la región, como inundaciones, porque su inicio ha sido muy lento, pero ha evolucionado por espacio de varios años. Esta sequía no causó daños ni a la infraestructura hidroagrícola ni a la población, por lo que no había sido tomada en cuenta en su magnitud real; no fue sino hasta el año agrícola 2002-2003, después de ocho años de bajas precipitaciones, cuando el sistema de presas registró el nivel más bajo de la historia, y se empezó a reaccionar ante este evento climático extremo (Minjares et al., 2009).

(Minjares et al., 2010) define que el Distrito de Riego 041, Río Yaqui, será sustentable si al operarlo mantiene su productividad, confiabilidad y resiliencia a cambios inesperados; si es capaz de funcionar efectivamente bajo condiciones de cambios en las aportaciones y las demandas de agua, así como ante los cambios en los objetivos de los productores agrícolas, manteniendo una agricultura segura y rentable a largo plazo, que no degrade el agua, el suelo y otros recursos naturales, de tal manera que las futuras generaciones tengan la misma oportunidad de usarlos de la misma o mejor forma de la que se utilizan hoy en día, manteniendo la equidad en cuanto a la distribución de los costos y utilidades generados en el Distrito.

Las pérdidas de agua durante la conducción, en los módulos y distritos de riego, son considerables; aunque dichas pérdidas son significativamente menores en distritos de riego que no colindan con el mar, debido a que el agua pérdida que escurre puede usarse aguas abajo en otro sistema de riego, o bien, recargar los acuíferos. En las regiones costeras, una gran parte de esta agua se pierde en el mar. Parte de estas pérdidas se debe a un manejo deficiente del agua en las redes de distribución, en lo cual influye la falta de una mayor capacitación del personal operativo (Mejía et al., 2002).

## 1. INTRODUCCIÓN

Ante esto, el riego deberá lograr unas mayores productividades, optimizando al máximo el uso del agua, un recurso que cada vez será más escaso en los próximos años. Este aumento de las productividades, con el mínimo costo posible, deberá, al mismo tiempo, ser respetuoso con el ya deteriorado ambiente, intentando buscar una sustentabilidad en el tiempo que permita a las futuras generaciones seguir disfrutando de los recursos actuales en el mejor estado que sea posible (Rodríguez, 2003).

Con la tendencia de una sequía en el área de estudio; ya sea cíclica o por cuestiones de cambio climático, una falta de gestión (manejo) y cuidado del recurso agua, la agricultura tendrá serios problemas de productividad y sostenibilidad como se aprecia en la figura 1.1.



*Figura 1.1. Presa Álvaro Obregón (Oviáchic), con una capacidad de embalse de 2.989 millones de metros cúbicos.*

### 1.2 INDICADORES DE GESTIÓN Y TÉCNICAS DE BENCHMARKING

La investigación se desarrolló utilizando Indicadores de Gestión propuestos por el

International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage, desarrollados por Malano y Burton (2001).

Malano y Burton (2001), indican que las técnicas de Benchmarking son: "Un proceso sistemático para asegurar el mejoramiento mediante la comparación de normas internas o externas alcanzables". Precisan que el objetivo general de la evaluación comparativa es el desempeño de una organización medida en función a su misión y a sus objetivos; determinando que Benchmarking implica una comparación - ya sea internamente con rendimiento y objetivos futuros deseados, o externamente con organizaciones u organizaciones similares realizando funciones similares.

La herramienta para la realización de dichas comparaciones son los indicadores de gestión y mediante la comparación de los mismos se podrá detectar cuales son las prácticas que llevan a una zona regable a una gestión más eficiente de los diferentes recursos (Rodríguez, 2003).

Pérez (2007), determina que los indicadores de gestión en el ámbito de los riegos son una herramienta muy útil para la optimización de los recursos hídricos y de los resultados obtenidos con el riego. Se trata de un proceso sistemático para garantizar la mejora continua a través de la comparación con datos y estándares internos o externos relevantes y factibles, utilizando las técnicas de Benchmarking.

En función de las etapas del proceso de Benchmarking que establecen (Malano y Burton, 2001), a través de: 1) La identificación y planeación, 2) La colección de datos, 3) El análisis, 4) La integración, 5) La acción y 6) La supervisión y evaluación; permite que el estudio en los 42 módulos de riego del distrito, analice diversos aspectos, como el volumen de agua de riego adecuado para los diferentes cultivos sembrados en el área de estudio. Adecuar los estándares de conducción, tanto en la red mayor de canales, red menor y a nivel parcelario en cada uno de los módulos de riego. Conocer las eficiencias reales en el uso del agua de riego, con el propósito de determinar la rentabilidad de la actividad agrícola, entre otros.

### 1.3 OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA TESIS

#### 1.3.1 Objetivos

Considerando que, el manejo de agua de riego para la producción agrícola es propiamente uno de los principales recursos naturales con que los productores deben operar, se hace necesario analizar los efectos reales del uso eficiente de agua, para lo cual se establece la investigación haciendo uso con los indicadores desarrollados por el International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID). Así, bajo este contexto, se pretende estimar los efectos del uso eficiente de agua estableciendo un conjunto de indicadores de aplicación en 42 módulos de riego que nos permitan compararlos en función de diversas condiciones dentro del mismo distrito de riego. Por lo que la pregunta central a contestar en esta investigación, es: *¿Cómo poder mejorar la eficiencia en el uso de agua utilizando los indicadores IPTRID para resolver los problemas de manejo de riego en el distrito?* Para lo anterior, se plantean los siguientes objetivos:

- Caracterizar módulos de riego mediante indicadores de gestión y la aplicación de las técnicas de benchmarking, con la finalidad de mejorar el riego donde existan deficiencias.
- Identificar la gestión eficiente del riego existente mediante las técnicas de fronteras no paramétricas: Data Envelopment Analysis (DEA).
- Determinar los elementos fundamentales y propósitos que caracterizan el uso eficiente de agua a través de indicadores de gestión que inciden en el área agrícola de estudio, y
- Determinar la importancia del uso eficiente de agua de riego para la competitividad, como indicador determinante de permanencia de la actividad agrícola.

#### 1.3.2 Justificación

Con el transcurrir del tiempo, se han diseñado y puesto en práctica diversos modelos tendientes a construir puentes entre el proceso de generación y adopción de tecnología agrícola

eficiente. Lo que se ha buscado con dichos puentes es facilitar y acelerar el proceso de transferencia de tecnología generada por los centros de investigación hacia los potenciales usuarios. Sin embargo, cuando se cuantifica la magnitud de la brecha tecnológica existente entre los niveles de productividad y rentabilidad obtenidos en condiciones experimentales y de validación comercial, con los niveles prevalecientes en la gran mayoría de los agricultores, se observa que dicha brecha es cada vez mayor, se cae en la cuenta de lo ineficaz que han resultado los diversos modelos de transferencia para el contexto en el que se diseñaron.

Ante el reconocimiento de esta realidad, en diferentes partes del mundo, se han diseñado y puesto en práctica diferentes modelos de desarrollo tecnológico y administrativo de las unidades de producción agrícola cuyo principio está basado en el siguiente argumento:

“El agricultor constantemente está tomando decisiones sobre el qué hacer para alcanzar sus propósitos productivos, apoyándose en la observación constante de sus procesos (prueba y error), en el consejo de sus mayores, en las tecnologías disponibles en el mercado y en el sentido común que a partir de ello se genera, destacándose algunos por las innovaciones que descubren y que incorporan a sus procesos, lo que aunado a una actitud de servicio, los convierte en líderes técnicos en su región. Para completar y potenciar esta manera de pensar y actuar de estos productores líderes, se han desarrollado modelos que contemplan acciones que permiten que estos productores se apropien y manejen principios básicos de investigación y experimentación, a través de los cuales incorporan a su sentido común procesos que primero entienden y pueden explicar para posteriormente dar solución a las ineficacias e ineficiencias identificadas en sus procesos. Estos modelos exigen convertir a proyectos las pruebas de alternativas de mejoramiento tecnológico que continuamente realiza el productor en su terreno o que genera algún centro de investigación, aplicando técnicas experimentales para obtener información que explique por qué una nueva técnica da o no resultado o por qué varía en su comportamiento a través del espacio y del tiempo”. En este contexto, se desenvuelven los 42 módulos de riego, que los caracteriza en eficientes e ineficientes en función a sus gestiones particulares.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.3.3 Estructura de la tesis

La estructura del documento, está organizada en cuatro capítulos, que permiten analizar la investigación en que se circunscribe el uso eficiente de agua de riego en el Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui. Con el propósito de realizar un enfoque integral en la investigación, partiendo de los siguientes temas:

#### *1.3.3.1 Introducción*

En este capítulo, básicamente se presenta la situación que prevalece a nivel mundial, nacional y regional en el uso de agua de riego; incluyendo los objetivos planteados, así como la justificación de la misma.

#### *1.3.3.2 Uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia de riego en los Módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México).*

En este capítulo se analizaron 42 módulos de riego, aplicando la metodología análisis envolvente de datos mediante fronteras no paramétricas: Data Envelopment Analysis (DEA) basado en la programación lineal (contemplan que las variables de decisión (es decir, la función objetivo y las restricciones) mantienen un comportamiento de tipo lineal. Esto hace que, a través de su método, se puedan simplificar los cálculos y obtener un resultado próximo a la realidad). Utilizando tres variables de entrada (inputs) siendo: 1) superficie regada (ha), 2) volumen de agua total para la superficie regada (Millones m<sup>3</sup>) y 3) costos de producción (millones de pesos); así como una salida (output) que fue: 1) valor total de la producción (millones de pesos), esto permitió conocer la eficiencia relativa de cada área de estudio regable, y conocer cuál sería su situación óptima.

#### *1.3.3.3 Determinación de indicadores de gestión en los Módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México).*

Se determinaron indicadores de gestión en 42 módulos de riego caracterizados a través del International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage desarrollados por (Malano y Burton, 2001). Estos indicadores permitieron analizar la expresión de las variables combinadas y medirlas. Los indicadores considerados fueron: once indicadores de rendimiento, y ocho indicadores de eficiencia en la productividad. Estos indicadores se aplicaron a los principales cultivos del área en estudio con la finalidad de determinar las mejores prácticas existentes.

Finalmente, y una vez comparados los indicadores de gestión de las áreas regantes, se aplicarán las técnicas de Benchmarking con el propósito de mostrar las mejores prácticas y adaptarlas a las zonas más desfavorecidas, con el propósito de mejorar los rendimientos. Para el análisis de la adecuación de los aportes de agua a las demandas de los distintos cultivos, dando mayor énfasis a los indicadores de Suministro Relativo de Agua (RWS, Relative Water Supply), así como el Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS, Relative Irrigation Supply). Estos indicadores aportaron información sobre la condición de escasez o exceso de agua y de cómo se ajustará la aplicación de agua con la demanda (Molden, 1998) (citado por Pérez, 2007).

#### *1.3.3.4 Competitividad y sostenibilidad en áreas agrícolas regables en el Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México).*

Como consolidación de los resultados anteriores, se elaboró una planeación estrategia de desarrollo sólida y consistente que generará ventajas competitivas en el uso eficiente de agua de riego utilizando la metodología de Marco Lógico, la cual consistió en desarrollar cinco etapas: la primera fue, identificar a los actores (usuarios-productores, técnicos, regadores, funcionarios, entre otros) y elaborar un diagnóstico de cada área regable, la segunda fue identificar y priorización de problemas a través del árbol de problemas estableciendo las relaciones de causalidad, la tercer etapa fue el de establecer objetivos para todos y cada uno de los problemas considerados, la cuarta etapa fue el de plantear una solución generando proyectos concretos (estrategias a seguir) elaborando una matriz de indicadores, y la última etapa deberá ser la evaluación y monitoreo la planeación estratégica con la finalidad de identificar metas y dar seguimiento a los indicadores para evaluar si éstos se están obteniendo (Martínez, et al., 2013).

## 1.4 BIBLIOGRAFIA

1. Agua. org.mx. 2017 Centro virtual de información del agua. <http://www.agua.org.mx/el-agua/agua-en-mexico/cuanthay2>
2. Comisión Nacional del Agua (Conagua), 2015. Estadísticas del Agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>
3. FAO, (2002). Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Cinco años después. El agua y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia.
4. FAO, 2012. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Publicado por: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid (España) [www.mundiprensa.com](http://www.mundiprensa.com)
5. FAO (2013). Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO Roma, 2013.
6. FAO (2017). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La labor de la FAO en el agua. <http://www.fao.org/water/es/>
7. González, V. F. (2014). Los recursos, agua, suelo y el clima. Patrón de cultivos, bosques, infraestructura. Notas para comprender la relación agua y alimentos en México. Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria.



8. Malano, H. y Burton, M. 2001. Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage.
9. Martínez Pellégrini, S. E. et al., (2013) Política de competitividad de Baja California 2008-2013. Sinergias de segunda generación. El Colegio de la Frontera Norte A.C. Tijuana, B.C.
10. Mejía, S. E.; Palacios, V., E.; Exebio, G. A.; Santos H. A. L. 2002. Problemas operativos en el manejo del agua en distritos de riego Terra Latinoamericana, vol. 20, núm. 2, abril-junio, 2002, pp. 217-225 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México
11. Minjares, L. J. L., Salmón, C. R. F., Valdés, J. B., Oroz, R. L. A. y López, Z. R. 2009. Índice económico para el manejo interanual del agua: caso del Distrito de Riego 041 Río Yaqui, México Ingeniería hidráulica en México, vol. XXIV, núm. 1, pp. 41-54.
12. Minjares, L. J. L., Salmón, C. R. F., Valdés, J. B., Oroz, R. L. A. y López, Z. R. 2010. Planeación, manejo y evaluación sustentable de los recursos hidráulicos en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui, México. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. I, núm. 1, enero-marzo de 2010, pp. 137-151.
13. Olivera, M. V., Abraham E. y Alatríste, G. M. 2008. El uso racional del agua de riego en México: entre la eficiencia y la institucionalidad Revista Nicolaita de Estudios Económicos, Vol. III, No. 1, enero - junio de 2008, pp. 49-66.
14. Palacios, M. A., Rodríguez, A. M. L. y Barajas, O. G. (2010). Tratamiento electrostático (esp) del agua para riego facultad de ciencias agrícolas y forestales/universidad autónoma de chihuahua. AVENTURAS DEL PENSAMIENTO. 55 Revista Synthesis No. 55. Universidad Autónoma Chihuahua, México. Julio-septiembre 2010.
15. Pérez, U. L. 2007. Aplicación de los indicadores para el análisis de las acciones de mejora en zonas regables y para el desarrollo de un modelo de gestión integral del agua de riego. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España. Departamento de Agronomía.

## 1. INTRODUCCIÓN

16. Rodríguez Díaz, J. A. 2003. Estudio de la gestión del agua de riego y aplicación de las técnicas de benchmarking a las zonas regables de Andalucía. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, España.
17. Toledo, A. (2002). El agua en México y el Mundo. Gaceta Ecológica.  
[file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ElAguaEnMexicoYElMundo-2887484%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ElAguaEnMexicoYElMundo-2887484%20(2).pdf)
18. Unesco, (2015). Agua para un mundo sostenible. Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015.  
[http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts\\_Figures\\_SPA\\_web.pdf](http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf)







## **CAPÍTULO 2**

# **USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**





## **RESUMEN**

El Distrito de Riego 041, Río Yaqui, en el noroeste de México, fue afectado por una fuerte sequía que colapsó el sistema hidroagrícola en la campaña agrícola 2003-2004, donde se estableció únicamente el 29% de la superficie regable (11,4% de trigo, 7% de maíz grano y 10,6% de hortalizas). La gestión (manejo) de los recursos hídricos en el distrito de riego se ha basado fundamentalmente en la eficiencia de conducción del agua hasta los puntos de control o tomas directas de los módulos, y no a nivel parcelario. Por lo anterior, en el presente trabajo, se evalúa la eficiencia de riego en los módulos de riego, usando la metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA), de retornos variables (BCC), desarrollado por Banker, Charnes y Cooper (1984), tomando una orientación a Inputs. Este modelo ayudó a determinar de mejor manera los procesos de producción en el área de estudio; analizando tres variables de entrada (inputs): superficie regada (ha), costos de producción (millones de pesos) y volumen total para la superficie regada (millones de m<sup>3</sup>); así como una variable de salida (output) que fue: el valor total de la producción (millones de pesos).

Se analizaron cuatro campañas agrícolas 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014 con el propósito de establecer los cambios de eficiencia en las distintas variables analizadas. La comparación entre las variables, permitió conocer el desempeño de los módulos más eficientes, y cuales son menos eficientes, a través del software Frontier Analyst Professional; permitiendo analizar las opciones de mejora para los más ineficientes. Se puede precisar que existe un cambio porcentual muy importante en la última campaña agrícola evaluada con respecto a las anteriores en relación a la ineficiencia; es decir, los datos indican que se han vuelto más ineficientes en el uso de los costos de producción y/o volumen de agua utilizada; por lo que esa tendencia se debe revertir en beneficio del productor y de la agricultura en la zona.

El objetivo de la investigación fue: *identificar la gestión eficiente de riego y conocer hacia donde canalizar las adecuaciones pertinentes en las próximas campañas agrícolas en la región de estudio, a través de sus desviaciones en relación con los módulos de riego más eficientes.*



Los resultados determinaron que la campaña agrícola más homogénea en cuanto a eficiencia fue 2012/2013, oscilando su rango de 86,72% al 100%, indicando que la frontera de posibilidades esta inmediata para la mayoría de los módulos de riego. La campaña agrícola 2010-2011, fue más heterogénea en eficiencia, ya que los rangos fluctúan del 62,21% al 100% lo que hace más complejo alcanzar la frontera de posibilidades.

Por otra parte, se obtuvo la eficiencia técnica pura (utilización óptima de factores productivos) en el modelo DEA-BCC. Se determinó el conjunto de referencia de los módulos ineficientes, se obtuvieron resultados de los valores de las holguras input y output, se examinaron los valores actuales y valores objetivos de los Inputs y Output, planteando las mejoras potenciales de las DMUs (Decision Making Unit), en este caso módulos de riego, se analizaron los rendimientos a escala (Crecientes, Constantes y Decrecientes); se determinaron los valores de las intensidades ( $\lambda_j$ ) en el modelo DEA en forma envolvente y se correlacionaron las variables analizadas.

**Palabras clave:** Riego, Análisis Envolvente de Datos, Eficiencia, Módulos de Riego, Modelo DEA-BCC.

## **2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

La mayoría de los sistemas de regadío del mundo están funcionando por debajo de su capacidad y no se ajustan a las necesidades de la agricultura actual. El bajo nivel de productividad del agua asociado a la gestión de estos sistemas conlleva menores oportunidades de usar eficazmente los recursos y obtener rendimientos económicos. En la actualidad, muchas regiones con escasez de agua tienen dificultades para aumentar el suministro para regadío (FAO, 2011). (FAO, 2013) menciona que, de todos los sectores de la economía, la agricultura es el más sensible a la escasez de agua.

En los Distritos de Riego en México, la eficiencia de conducción en canales, se ha estimado en el orden del 65% y a nivel parcelario en un 52,5%. Para obtener la eficiencia global, se considera la eficiencia de conducción multiplicada por la eficiencia a nivel parcelario; la cual da como resultado un 34,1%; es decir, de cada 1.000 litros de agua para riego, el cultivo aprovecha únicamente 341 litros.

El Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui, en el noroeste de México, es una región que en los últimos años ha sido afectada por un desarrollo agrícola no sustentable. El establecimiento de una agricultura intensiva aunado a una prolongada sequía, colapsaron el sistema de presas y, por consecuencia, la actividad agrícola del distrito en la campaña agrícola 2002-2003. Durante este periodo de sequía, tanto el sistema de presas del río Yaqui como los acuíferos del Valle del Yaqui y Cocoraque mostraron ser extremadamente vulnerables, por lo que es necesario tomar medidas para incrementar la eficiencia en el manejo y la operación de los recursos hidráulicos y, de esta manera, lograr el uso sustentable del agua y de las actividades que dependen de ella (Minjares, et al., 2010).

La mejora de la eficiencia en el uso del agua de riego, ha sido uno de temas centrales del distrito, a través de los 42 módulos de riego que lo conforman, los cuales han desarrollado acciones

para reducir las pérdidas de conducción, tanto en la red de canales principales como en la de los canales secundarios; y actualmente en parcela mediante el programa de Riego por Gravedad Tecnificado (RIGRAT).

La eficiencia de riego implica aprovechar de la mejor manera posible el volumen de agua asignada para cada cultivo, dándole la cantidad necesaria en el momento oportuno; con el propósito de obtener mayores ingresos en la producción agrícola; además de lograr una sustentabilidad socialmente justa, económicamente rentable y ecológicamente amigable con el medio ambiente; para las generaciones futuras a nivel mundial.

Con el propósito de ayudar a conocer la eficiencia de este distrito, se planteó el Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis o DEA), el cual es una metodología utilizada para la evaluación de la eficiencia relativa de un conjunto de unidades productivas, utilizando un procedimiento no paramétrico que maneja una técnica de programación lineal. Con una serie de entradas (inputs) y salidas (outputs) para cada módulo de riego; con la finalidad de alcanzar la optimización de sus recursos, con el propósito de conocer objetivamente su realidad, y considerar las medidas a tomar para corregir ineficiencias en los módulos de riego que lo presenten.

La metodología para la aplicación de las técnicas DEA fue planteada por Charnes, Cooper, y Rhodes (1978), dentro del modelo conocido como CCR según las iniciales de sus autores (Charnes, Cooper y Rhodes), basándose en el trabajo teórico de Farrell (1957). Otro modelo frecuentemente usado es el BCC (1984) Banker, Charnes, y Cooper (1984). El primero de estos modelos, CCR, supone rendimientos constantes a escala, lo que significa que, si los recursos utilizados aumentan en determinada proporción, el rendimiento obtenido aumenta exactamente en la misma proporción; en tanto que el segundo, BCC, supone rendimientos variables a escala, significan que se tienen rendimientos (outputs) crecientes y/o decrecientes; donde en el primer caso el rendimiento se incrementa en mayor proporción que los recursos (inputs) utilizados y en el segundo caso, el incremento en rendimiento es menor, que el incremento porcentual de los recursos. El análisis de frontera no paramétrica no requiere asumir una función de costo o beneficio. Se basa en un procedimiento básico, fundamentado en técnicas de optimización lineal, que consiste en el cálculo de una envoltura convexa alrededor de los puntos que representan en el espacio de

producción, insumos y costos. Donde la envoltura se asimila a la frontera eficiente. El conjunto de posibilidades de producción o de requerimientos de inputs son idóneos cuando se utilizan técnicas de programación matemática como es el conocido DEA, que se apoya en relaciones de desigualdad (Pinilla *et al.*, 2001).

DEA ha abierto posibilidades para el uso en los casos que han sido resistentes a otros métodos, debido a la compleja naturaleza (a menudo desconocida) de las relaciones entre las múltiples entradas y salidas que participan en muchas de estas actividades (Cooper *et al.*, 2000). (García y Coll, 2003), indican que los métodos paramétricos requieren la especificación de una distribución para la población de interés; al contrario de los métodos no paramétricos, donde no se necesita se especifique la forma de distribución de la misma población. Ayaviri y Alarcón (2005), mencionan que el DEA tiene como objetivo medir la eficiencia de una unidad productiva DMU (Decision Making Unit). La particularidad del DEA sobre cualquier otro ratio de eficiencia, radica en que los pesos asignados vienen determinados por la resolución del modelo.

Recientemente se han desarrollado diversas investigaciones relacionadas con la metodología del Análisis Envolverte de Datos (DEA); entre ellas, (Ayvar *et al.*, 2015) estudiaron la eficiencia en la generación de bienestar social de 38 economías latinoamericanas durante el período 1990-2014. Usando el Análisis Envolverte de Datos (DEA), tomando como referencia los indicadores socioeconómicos del desarrollo humano. El análisis de resultados arrojó que fueron las economías de Aruba, Brasil, Chile, Costa Rica, Dominica, Islas Turcas y Caicos, Saint Kitts y Nevis, y Sint Maarten las más eficientes en la generación de bienestar social. Situación que refleja que no son necesariamente los países con más recursos socioeconómicos son los más eficientes en la generación de bienestar social. Por su parte, (Navarro *et al.*, 2016) utilizaron Análisis Envolverte de Datos (DEA) con badoutputs; donde el objetivo fue determinar el nivel de eficiencia de 24 países latinoamericanos en la generación de desarrollo económico y en la disminución del volumen internacional de migrantes entre 1980 y 2013. Los resultados mostraron que sólo Bahamas, Barbados, Belice y Guyana fueron eficientes en la generación de desarrollo económico y en la reducción del volumen internacional de migrantes, y Visbal, Mendoza y Causado (2016) realizaron un estudio de eficiencia de las instituciones de educación superior (IES) públicas de Colombia durante el año 2011, mediante la metodología de análisis envolverte de datos utilizando el modelo

de Charnes, Cooper y Rhodes (CCR), el modelo de Banker, Charnes y Cooper (BCC) y el modelo basado en holguras Slack Based Measure (SBM), orientados a salidas para determinar las eficiencias técnicas, puramente técnica, de escala y de mezcla, respectivamente. En el análisis de resultados se determinó la magnitud en que deben ser mejorados los productos de las IES ineficientes.

DEA ha sido aplicado a temas de eficiencia; por ejemplo, Guang *et al.* (2013) estudiaron la eficiencia en explotaciones mineras, eligiendo ocho empresas de carbón diferentes en China como unidades de toma de decisiones. Se aplicó el DEA para evaluar y optimizar la eficiencia operativa de las empresas. Elhendy y Alkahtani (2013) usan técnicas DEA para evaluar la gestión de las explotaciones de recursos de forma convencional y ecológica de los agricultores sauditas usando 126 y 94 datos de campesinos en explotaciones convencionales y ecológicas respectivamente.

García y Coll (2003) precisan que los métodos de estimación para construir la frontera de producción pueden clasificarse, en función de que se requiera o no especificar una forma funcional que relacione los inputs con los outputs, en métodos paramétricos o no-paramétricos. A su vez, pueden emplearse métodos estadísticos o no para estimar la frontera que, en última instancia, puede ser especificada como estocástica (aleatoria) o determinista.

Una cuestión importante, es cuando nos encontramos con múltiples inputs y varios outputs, se debe considerar la propuesta de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), más conocida como el modelo CCR. Así también, se puede evaluar con orientación input u output. No obstante, debe tener una orientación output, porque permite medir los resultados en base los recursos utilizados. En este caso, cuando intervienen dos inputs y tres outputs o más, se aplica el modelo planteado por Banker, Charnes y Cooper (1984) que asume la hipótesis de rendimientos variables a escala. Una vez definido el estudio, con respecto a la elección de los 42 módulos de riego; se podrán tomar decisiones transformando insumos en productos; aquí en cuanto a los insumos y productos se han considerado tres inputs y un output que lograrán una estimación consistente de la eficiencia.

La investigación que referencia el DEA desarrollado por Rodríguez (2003), y que es planteado como base para este estudio, toma como salida el valor total de la producción agrícola

(€) y como entradas, tres factores como son la superficie puesta en riego (ha), la mano de obra empleada (UTA) y el volumen total de agua aplicada en el área de riego (hm<sup>3</sup>), concluyendo que DEA es una herramienta de gran utilidad para la detección de ineficiencias locales, así como de posibilidades de mejora para las zonas con mayor potencial de crecimiento. Amores y Contreras (2009), proponen un sistema de asignación de subsidios a través de la PAC 2000, con diferentes criterios de acuerdo a la eficiencia agrícola, que se calcula mediante la descomposición general del DEA, a través de la internalización de las externalidades positivas y negativas de la actividad agrícola. Se analiza el tipo de eficiencia del sector oleícola andaluz (Sur de España) mediante el uso de los índices propuestos sobre una muestra de 3.000 parcelas, tomados de la base de datos de subvenciones.

Ntanos y Karpouzou (2010), analizaron en, la llanura Tesalónica de Grecia, un marco de referencia para la evaluación de desempeño de sistemas de riegos. En primer lugar, el DEA se aplica para medir la eficiencia técnica de sistemas de riego. Este método, basado en programación lineal, tiene como objetivo determinar un ranking de eficiencia constante de sistemas de riego en que entradas conocidas, tales como volumen de agua suministrado y área irrigada y como salida el valor total de la producción. Banaeian *et al.* (2010), usaron DEA para clasificar a los agricultores de nueve eficientes e ineficientes en la provincia de Hamadan, Irán, en base al uso de fertilización. Los resultados revelaron que la mayor parte del ahorro energético potencial reside en el uso de los fertilizantes (69% de nitrógeno), a través de la elaboración de un paquete de dosis de fertilización. Phadnis y Kulshrestha (2012), usan DEA para evaluar la cantidad y calidad de los recursos hídricos disponibles que han sido reconocidas limitantes en el desarrollo de la mayoría de las regiones áridas y semiáridas en la India; el objetivo fue evaluar la eficiencia, para las Asociaciones de Usuarios de Agua (WUA), teniendo como resultados que la mayoría de WUA según el modelo tenía eficacia por debajo de 70%. Mahdhi *et al.* (2013); utiliza para evaluar la eficiencia de las Asociaciones de Usuarios de Agua (AUA) y para evaluar las eficiencias de gestión e ingeniería a través de una modificación matemática del modelo inicial del DEA, los resultados muestran que las ineficiencias de la gestión y mantenimiento son mayores que la ineficiencia general. La eficiencia de la administración media es alrededor 80,6% mientras que el rendimiento promedio de ingeniería es 82,3% lo que indica que la gestión y los gastos de mantenimiento se podrían reducir en

aproximadamente el 19% si las asociaciones de usuarios de agua (WUA) funcionaran de una manera adecuada.

Para el caso de México y más cercano al tema agrícola podemos citar el estudio sobre la Eficiencia técnica del sector agropecuario realizado por Becerril *et al.* (2011), quienes aplican la metodología del DEA, e incluyen actividades de agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza. El producto está representado por la Producción Bruta Total (PBT) en miles de pesos, la inversión mediante la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) en miles de pesos, y el empleo hace referencia al personal ocupado total (PO) en las unidades económicas del sector privado y paraestatal. El análisis centra la atención en las medidas de eficiencia técnica de 31 entidades federativas orientadas al producto, que responden a la pregunta acerca de cuanto se puede expandir la producción sin alterar la cantidad de insumos necesaria; concluyendo en una clasificación de tres estratos, estableciendo grupos de entidades federativas atendiendo a sus niveles de eficiencia.

Otro estudio también en México basado en el Análisis Envolvente de Datos, fue el desarrollado por Celso y Cortés (2010), el cual ofrece una primera aproximación a las condiciones de Eficiencia Técnica Relativa (ETR) que prevalecen en 57 ingenios azucareros del país, con el apoyo de una función de producción empírica. Con este propósito, se lleva a cabo un examen de la ETR de la agroindustria azucarera nacional. El enfoque tomado en cuenta tiene una orientación a los insumos y se estiman los coeficientes de ETR con una tecnología de rendimientos variables a escala (RVE). En el modelo, se emplean 4 insumos y 2 productos. Las variables de los insumos son 1) la superficie industrializada medida en hectáreas (SUPIN), 2) la caña molida neta considerada en toneladas (CAMOL), 3) la duración de la zafra medida en días (DURZA) y 4) los costos de producción en millones de pesos (COPRO). Las variables de los productos están consideradas por 1) azúcar total producido medido en toneladas (AZPRO) y 2) utilidad neta obtenida proporcionada en millones de pesos (UTINE). Los resultados obtenidos apuntan hacia una quinta parte, aproximadamente, de los ingenios azucareros son eficientes; tal conclusión lleva a la consideración de políticas económicas que incidan directamente sobre un mayor nivel de ETR con base en una asignación óptima de los insumos disponibles.

El propósito de esta investigación fue desarrollar una metodología que permita analizar la eficiencia del riego a nivel módulo, y que pueda ser aplicada en otras zonas regables a escala global. En este estudio se usó el Análisis Envolvente de Datos (DEA) para analizar la eficiencia en los módulos del Distrito de Riego 041, Río Yaqui; planteando como hipótesis que: *el modelo de producción en el área agrícola estudiada presenta aspectos de desvinculación de actores y recursos que disminuyen su eficiencia y competitividad en el uso de agua de riego*. Por lo que, el objetivo de la investigación, fue *identificar la gestión eficiente de riego existente mediante las técnicas de fronteras no paramétricas, en los 42 módulos de riego que componen el distrito, y conocer hacia donde canalizar sus adecuaciones para las próximas campañas agrícolas*.

Con este modelo se buscó aislar que módulo o módulos de riego son más importantes que otros y sencillamente buscar que módulos están en la frontera de posibilidad, lo que en microeconomía se denomina frontera eficiente, frontera de Pareto o frontera de posibilidades. Los que están en la frontera estarán bien evaluados; y los que son subeficientes desde el punto de vista de Pareto, estarán mal evaluados. Por lo que, aplicando el DEA fue dar respuesta a: *¿cuáles son los módulos de riego eficiente e ineficiente?, ¿cuáles son los módulos de riego de referencia? y ¿cuáles son las mejoras potenciales que deben realizar los módulos de riego menos eficientes para alcanzar la eficiencia?*

## **2.2 ÁREA REGABLE EN EL DISTRITO DE RIEGO 041, RÍO YAQUI**

La región del Distrito de Riego 041, Río Yaqui se localiza al sureste del estado de Sonora, México; cuenta con una superficie de 227.224 ha de riego que representa el 34% de la superficie regada del estado de Sonora. Esta región se ubica entre los paralelos 26° 45' y 27° 40' Latitud Norte y entre los meridianos 109° 37' y 110° 37' Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, limitando al Norte con el río Yaqui y al Sur con el río Mayo, al Este limita con la serranía del Técali y Baroyeca y al Oeste con el Golfo de California.

El clima predominante es muy seco, subtipos BW(h')h<sub>w</sub> muy cálido, cálido, con lluvias de verano. La temperatura media anual es de 20,03°C, se tiene una precipitación media anual 281,6 mm/año y una evaporación potencial de 2061,51 mm (Conagua, 2003).



### 2.2.1 Bases de datos empleadas

Toda la información utilizada en la investigación fue generada por cada uno de los módulos de riego, pertenecientes al Distrito de Riego 041, Río Yaqui (Anexo 2.1). La sistematización de las estadísticas agrícolas e hidrométricas en el distrito, se originan principalmente en cada módulo (Figura 2.1.) a nivel de punto de control (entrega del volumen de agua de la red mayor por parte del distrito de riego, a la red menor de los módulos de riego); los cuales son desglosados y concentrados en cada organización de usuarios, al igual que lo hace el mismo distrito. Cada módulo de riego está representado por una cierta cantidad de hectáreas y un cierto número de usuarios (Tabla 2.1.), lo cual hace que no sean homogéneos entre sí, además de contar con suelos agrícolas distintos. Al ser una zona agrícola compacta, concibe que la agricultura se desarrolle en un mismo clima y con prácticas agrícolas en su mayoría similares, con estadísticas confiables.

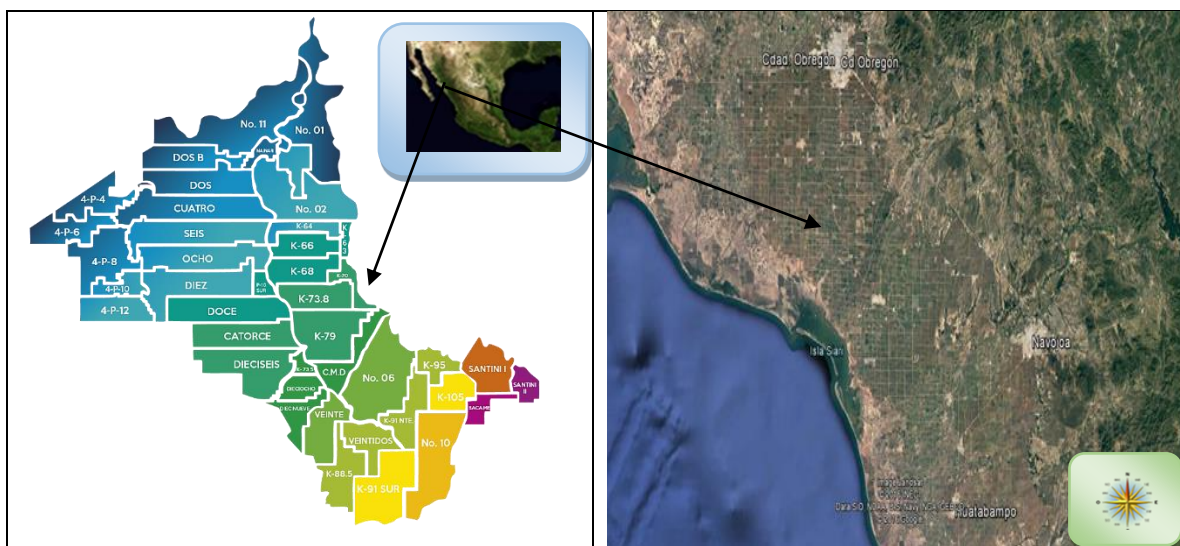


Figura 2.1. Distribución de los módulos de riego en el Distrito de Riego 041, Sonora, México.

La red de distribución de agua cuenta con una longitud total de 2.774 km de canales, a través de: 1) Canal Principal Alto con una longitud de 120 km, y una capacidad de 110 m<sup>3</sup>/s, irriga una superficie de 100.000 ha. 2) El Canal Principal Bajo, tiene una longitud de 100 km., con capacidad de 120 m<sup>3</sup>/s, irriga una superficie de 120.000 ha. 3) Los canales laterales, sublaterales y ramales alcanzan una longitud de 2.554 km, la medición de conducción de agua en este estudio, se analizó a la llegada de los puntos de control o tomas directas de los módulos de riego (Figura 2.2.).

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO N<sup>o</sup>. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

---

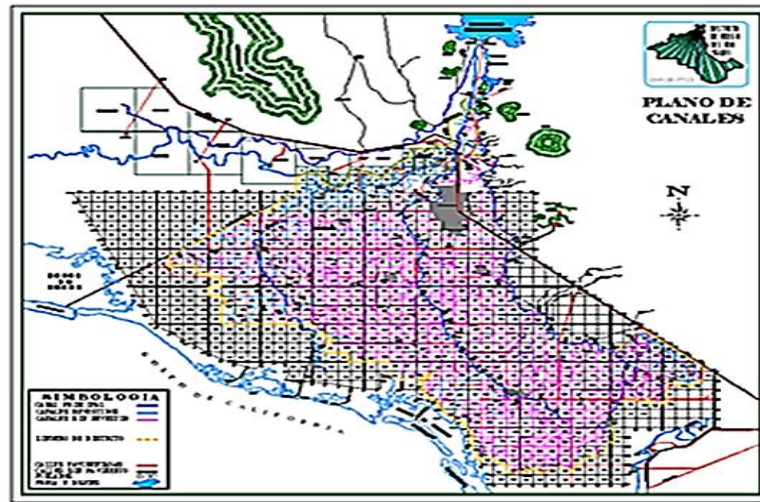


Figura 2.2. Red Menor: Tramo operado por los Módulos de Riego. Fuente: Distrito de Riego del Río Yaqui 041. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2014.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 2.1. Módulos de riego del Distrito, Sonora, México.*

*Fuente: <http://www.drnyaqui.org.mx/directoriomodulos.html>, Elaboración Propia.*

<b>Módulos de riego (Canal Principal Alto)</b>	<b>Número de Usuarios</b>	<b>Superficie sembrada (ha) 2010-2011</b>	<b>Superficie sembrada (ha) 2011-2012</b>	<b>Superficie sembrada (ha) 2012-2013</b>	<b>Superficie sembrada (ha) 2013-2014</b>
Módulo de Riego 01	756	7138	7558	7934	7976
Módulo de Riego 02	1067	7460	9773	9072	8966
Módulo de Riego "K-63"	172	1011	967	1029	1067
Módulo de Riego "K-64"	320	2722.8	2466	2615	2773
Módulo de Riego "K-66"	237	3168	3388	3225	3479
Módulo de Riego "K-68"	476	4160	4404	4038	3552
Módulo de Riego "K-70"	285	1813	1809	1869	2015
Módulo de Riego "K-73.8"	408	4203	4138	4310	4370
Módulo de Riego "K-79"	669	7684.9	8130	7677	7559
Módulo de Riego "C.M.D."	467	4157	4584	4393	4473
Módulo de Riego 06	1097	10216	10365	10061	10687
Módulo de Riego "K-91 Norte"	354	4695	4683	4218	4858
Módulo de Riego "K-91 Sur"	580	7115	7562	7048	7826
Módulo de Riego "K-95"	295	2580	2565	2631	2664
Módulo de Riego "SANTINI I"	850	5256	4930	5011	5013
Módulo de Riego "SANTINI II"	489	2636	2555	2403	2634
Módulo de Riego "K-105"	219	3644	3468	3374	3570
Módulo de Riego "BACAME"	249	4038	4289	3937	4674
Módulo de Riego 10	731	9699	9621	9483	9724
<b>Módulos de riego (Canal Principal Bajo)</b>					
Módulo de Riego "No. 11"	1649	8374	9663	11752	8755
Módulo de Riego "Dos-B"	424	5195	5409	4224	4813
Módulo de Riego "NAINARI"	178	1408	1077	1283	1423
Módulo de Riego "DOS"	549	6141	6236	7193	6848
Módulo de Riego "CUATRO"	862	9767	9234	8543	9261
Módulo de Riego "4-P 4"	612	5271	5226	4669	4598
Módulo de Riego "4-P 6"	471	4949	4680	4444	4601
Módulo de Riego "4-P 8"	610	7360	5484	6930	6276
Módulo de Riego "4-P 10"	346	1896	1731	1951	2016
Módulo de Riego "4-P 12"	346	4420	4520	4770	4496
Módulo de Riego "SEIS"	680	7984	7911	7385	8156
Módulo de Riego "OCHO"	726	7634	7327	7691	7949
Módulo de Riego "DIEZ"	777	8008	7860	7908	8345
Módulo de Riego "P-10 SUR"	203	1382	1290	1196	1136
Módulo de Riego "DOCE"	460	7035	6613	6409	7130
Módulo de Riego "CATORCE"	629	7376	7531	7347	6894
Módulo de Riego "DIECISEIS"	914	8461	8749	8442	9037
Módulo de Riego "K-73.5"	113	827	802	882	871
Módulo de Riego "DIECIOCHO"	230	2219	2203	2085	2118
Módulo de Riego "DIECINUEVE"	235	3873	3656	3576	3356
Módulo de Riego "K-88.5"	579	5641	5411	5722	5614
Módulo de Riego "VEINTE"	534	4571	4513	4618	4856
Módulo de Riego "VEINTIDÓS"	513	4319	3975	4152	4069
	<b>22361</b>	<b>217510</b>	<b>218357</b>	<b>217500</b>	<b>220500</b>

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

### 2.2.2 Disponibilidad de agua en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui

Considerando que el insumo más importante para la producción agrícola en cualquier parte del mundo, es la disponibilidad de agua; y especialmente en el Distrito de Riego, está determinada principalmente por la reserva, proveniente de los embalses del Río Yaqui, como se muestra en la figura 2.3.

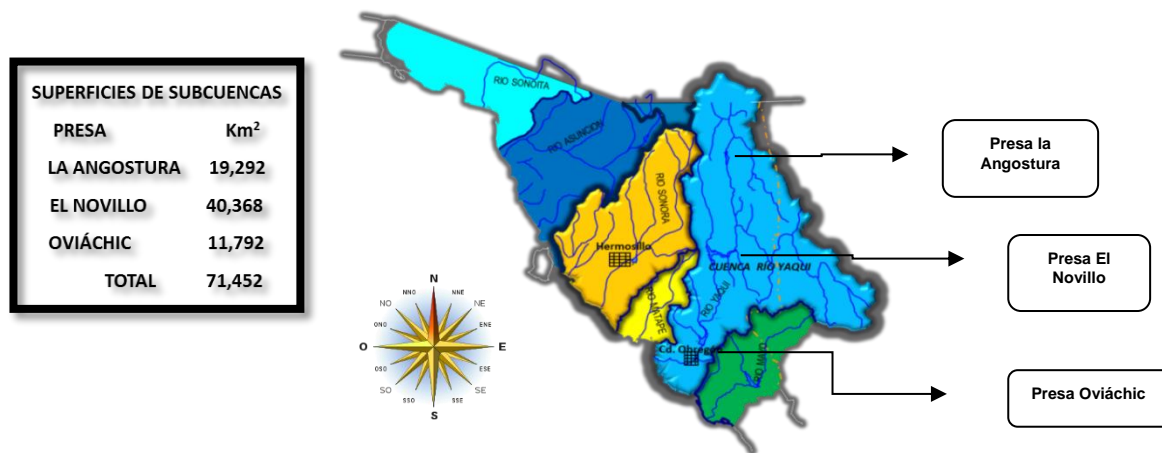


Figura 2.3. Superficies de las Subcuencas del Río Yaqui.

La ocurrencia de campañas agrícolas consecutivas de escasez de agua, algo que no había ocurrido en los 59 años de historia del sistema de presas, provocó tres hechos relevantes: 1) A partir de la campaña agrícola 79/80 se empezaron a registrar mayores variaciones (a la baja) en los almacenamientos del sistema de presas del Río Yaqui, ello como consecuencia del comportamiento errático que registraron las lluvias con el transcurrir del tiempo; 2) Desde los primeros registros del sistema de presas, se presentaron cuatro campañas agrícolas críticas de bajos almacenamientos (68/69, 70/71, 75/76 y 76/77), aunque durante los siguientes 20 años se registraron campañas menos críticas, lo cual parecía indicar un comportamiento más estable para la producción agrícola y 3) La acumulación de campañas agrícolas críticas consecutivas de escases de agua durante



1999/2000, 2001/2002, 2002/2003 y 2003/2004 marcaron un hecho inédito en la actividad agrícola como se aprecia en la figura 2.4.

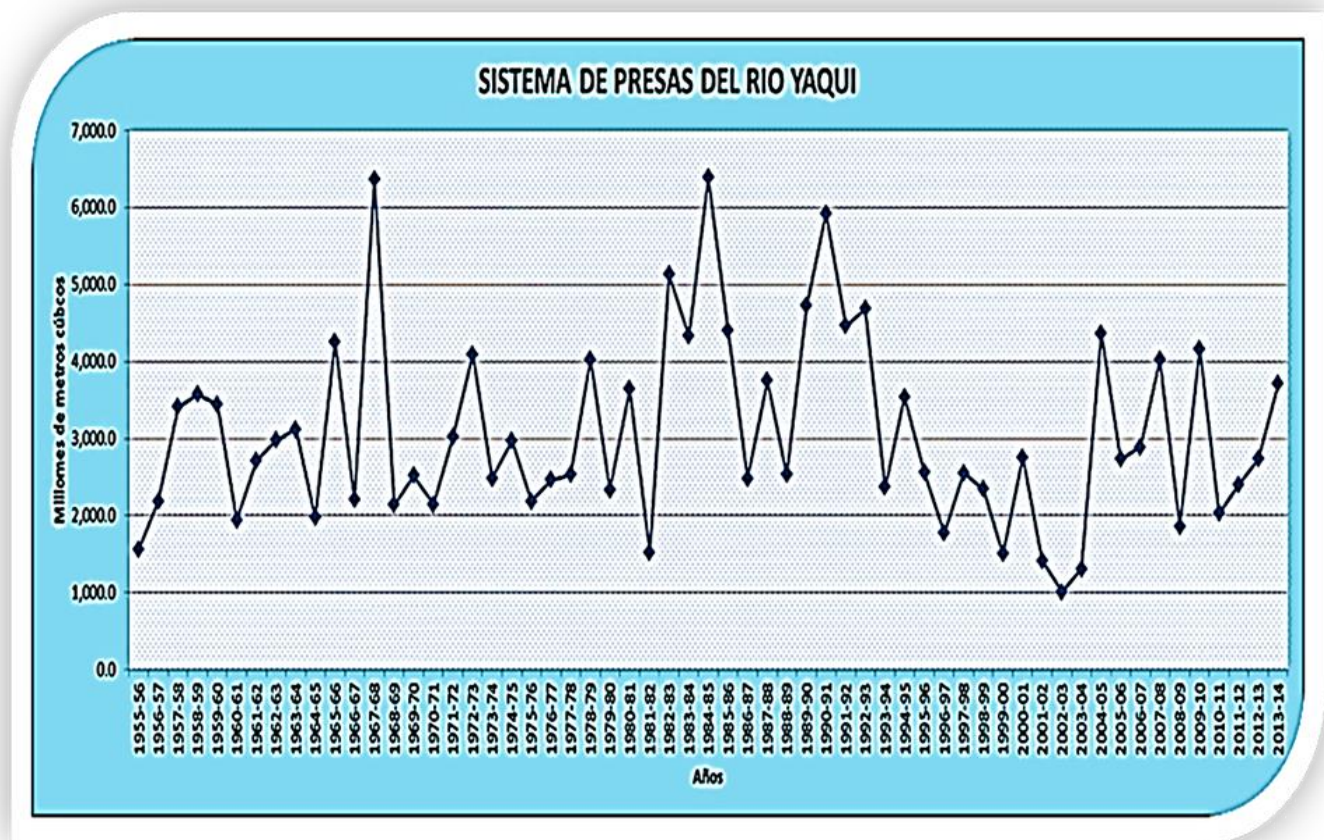


Figura 2.4. Aportaciones en el sistema de presas del Río Yaqui. Cuenca del Río Yaqui, Sonora Elaboración propia con datos del DRRY 041. Octubre de 2014.

Con el argumento anterior, Rodríguez (2003) señala que un estudio que permita conocer la eficiencia relativa, considerando el conjunto de inputs o entradas y de outputs o salidas, permitiría conocer donde es más rentable la aplicación del agua y detectar ineficiencias locales, al mismo tiempo, sería de gran utilidad para la identificación de los tipos de regadíos existentes.

### 2.2.3 Tipos de riego en el área de estudio

Debido a que la topografía del área agrícola en estudio, se señala que en su mayoría es plana, con una altitud de 4 a 58 metros sobre el nivel del mar (msnm); y una pendiente promedio de 1,5 m/km, dirigida esta del noroeste al suroeste (hacia el mar), la aplicación del riego es prácticamente por gravedad en las parcelas sembradas. Se estima que un 96% del riego es por gravedad y un 4% utilizan tipos de riego modernizados; como goteo, micro-aspersión y aspersión para cultivos más rentables.

### 2.2.4 Propiedades y tipo de suelo en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui

En el Distrito de Riego 041, Río Yaqui, se encuentran 5 tipos de suelos (figura 2.5), clasificados en aluvión ligero (5,7%), aluvión pesado (39,0%), barrial profundo (38,2%), barrial compactado (8,1%) y barrial pedregoso (9,0%). Un elemento fundamental es la textura, la cual se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla que contiene un suelo, y dependiendo de la cantidad de cada uno de los componentes recibe su nombre (INIFAP, 2009).

Un suelo de textura arcillosa (conocidos en la región como suelos de Barrial) son los que retienen mayor humedad y la contraparte serían los suelos arenosos. Los suelos medios son los que contienen una proporción más o menos equitativa de arena, limo y arcilla (en la región de estudio se le llaman suelos de Aluvión Pesado). La textura del suelo debe ser tomada en cuenta para hacer una programación de riegos, cuánta agua y con qué frecuencia se van a aplicar los riegos, y que tipo de cultivo se va a sembrar a nivel parcela.

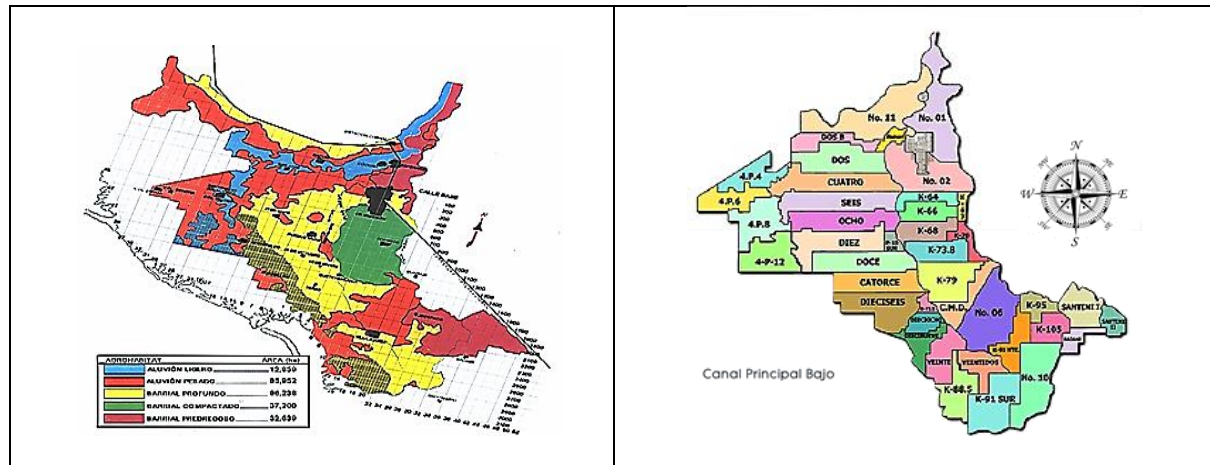


Figura 2.5. Tipos de suelo en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui. Cortesía de Conagua.

## 2.2.5 Costos de Producción

En lo que respecta, a los costos de producción, en los sistemas de producción de los diversos cultivos que se siembran en el Distrito de Riego; estos dependen básicamente del tipo de suelo, el tipo de variedad y el manejo en el proceso de producción que los productores desarrollan. En cuanto a la preparación del terreno o labranza (barbecho, rastreo y nivelación) tienen como propósito dar las condiciones óptimas para la siembra y producción de los cultivos.

Con relación a la cantidad a utilizar de semilla por ha, dependerá básicamente del método de siembra. Para las siembras en método de surcos, la siembra se traza cuidadosamente en el terreno para poder entrar con facilidad y realizar escardas, limpiezas manuales, aplicaciones terrestres de fertilizantes y plaguicidas.

Así, el proceso de producción se encuentra integrado por diversas labores como preparación de suelos, siembra, fertilización, labores culturales, riego y drenaje (costo del agua, limpieza de canales, construcción y reparación de regaderas, riego de pre siembra, riego de auxilio, pega de surcos, control de plagas y enfermedades, cosecha, y otros diversos). Todos estos procesos no solo son complejos, sino que tienen un alto costo de producción derivado de los insumos y mano de obra necesaria para llevarlos a cabo.

## **2.3 METODOLOGÍA**

### **2.3.1 Análisis Envolvente de Datos (DEA)**

Farrell, (1957), escribió por primera vez, sobre eficiencia en términos aproximados (relativos) y no concretos (absolutos), lo que permitió medir una unidad, con respecto a un conjunto de unidades y conocer la eficiencia generada de cada una de ellas, a través de sus desviaciones en relación con las eficientes. Así, en cuanto al principio de eficiencia; planteó dos formas de eficiencia: eficiencia técnica y eficiencia asignativa. En el primer caso, se evalúa la capacidad de cualquier empresa, institución y/o individuo para obtener el máximo volumen de producción (output) con las entradas disponibles (input), siendo el denominado modelo orientado a outputs o la capacidad de mantener la misma capacidad de producción usando un mínimo de entradas, hablando entonces del modelo orientado a inputs, Rodríguez, et al., (2004). En el segundo caso se da una combinación de entradas (inputs), y se refiere a la capacidad de la empresa de usar los recursos en proporciones óptimas, esto implica obtener el mismo nivel de producción, pero con un menor costo o en el caso contrario obtener el mayor nivel de producción posible con un mismo costo.

### **2.3.2 Modelo DEA-CCR**

El primer modelo de DEA fue el (CCR) Charnes, Cooper y Rhodes (1978), en el cual se consideran retornos constantes a escala, básicamente esto indica que, para una DMU (Decision Making Unit) u organización con capacidad para la toma de decisiones, que emplee una cantidad  $X$  de input para producir una cantidad  $Y$  de Output, la posibilidad de producir  $\alpha Y$  empleando  $\alpha X$  cantidad de input (siendo  $\alpha$  un escalar) es factible. Para intentar medir la eficiencia relativa de una  $DMU_0$  basándose en una serie de  $n$   $DMU_s$  (siendo  $n$  el número total de unidades que entran en el estudio) Phadnis y Kulshrestha (2012). Este modelo plantea la maximización de un ratio (comparaciones) formado por los diversos outputs e inputs del sistema de producción sujeto a ciertas limitaciones, de acuerdo al siguiente planteamiento:



$$\begin{aligned} \text{maximizando } u, v : & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \\ \text{sujeto a:} & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (1) \\ u_r, v_r \geq 0; & \quad j=1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Donde  $n$  corresponde al número de DMUs que entran en la comparación,  $s$  el número de outputs,  $m$  el número de inputs,  $u_r$  el peso que obtiene en la comparación el input  $y_r$ ,  $v_i$  el que obtendría el input  $x_i$  y por último  $y_{rj}$  y  $x_{ij}$  representan respectivamente los valores de los outputs e inputs  $y_r$  y  $x_i$ , para la DMU <sub>$j$</sub> .

En la realidad para resolver este problema se recurre a su sistema dual, el cual se muestra en el sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } \theta, \lambda: & \quad \theta \\ \text{Sujeto a:} & \quad -y_i + Y \lambda \geq 0, \\ & \quad \theta x_i - X \lambda \geq 0, \\ & \quad \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

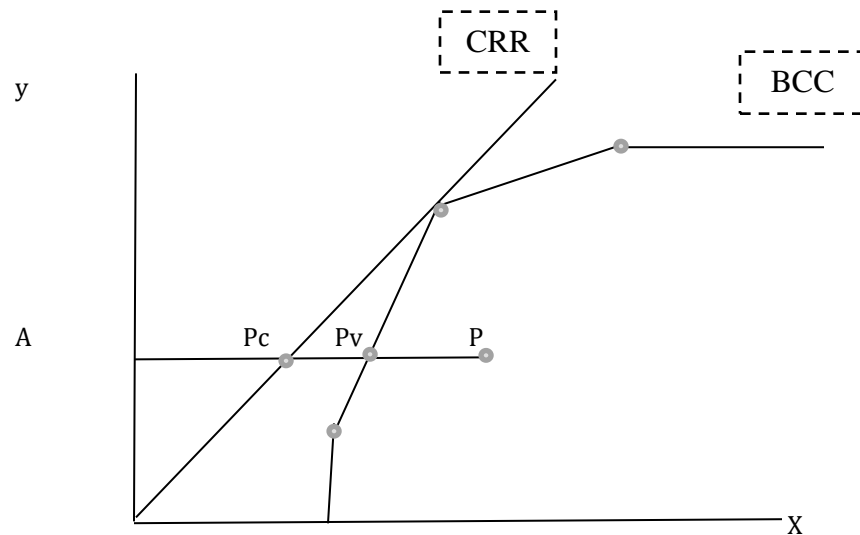
Donde  $\theta$  representa la eficiencia técnica global (ETG),  $\lambda \geq 0$  es un vector de  $n$  elementos que representa la influencia que cada DMU tiene en la determinación de la eficiencia de la DMU<sub>0</sub>,  $Y$  el vector de output de la DMU<sub>0</sub> en estudio y  $X$  el de inputs de esa misma DMU<sub>0</sub>. El conjunto de DMUs cuyo valor de  $\lambda$  sea positivo, va a ser el conjunto de referencia de la DMU<sub>0</sub> en estudio, una combinación lineal de estas unidades, formará la situación objetivo a la que debe tender para llegar a ser eficiente. En cuanto a las causas de la ineficiencia estimada a través del modelo CCR pueden ser debidas a problemas estrictamente técnicos, lo que se denomina eficiencia técnica pura o bien a problemas de dimensión, la eficiencia de escala (Goñi, 1998).

### 2.3.3 Modelo DEA-BCC

El modelo BCC va a presentar una frontera curva, va a tomar más puntos como eficientes y, por tanto, va a ser más útil para determinar eficiencias locales, en ámbitos de aplicación en los que imperan una serie de restricciones que impiden ciertos valores de producción, pero que, aun así, hace que una DMU, dentro de ese marco, esté trabajando de manera eficiente, Rodríguez (2003).

La eficiencia técnica pura se calcula utilizando el modelo DEA-BCC, desarrollado por Banker, Charnes y Cooper (1984); que permite la posibilidad de rendimientos variables a escala; y por su parte, la eficiencia de escala es el cociente de la eficiencia técnica global y la eficiencia técnica pura (Goñi, 1998).

La Figura 2.6 muestra visualmente la diferencia entre el modelo CCR y el BCC para un caso simple, donde se emplea un solo input (x) para producir un único output (y).



*Figura 2.6. Eficiencia de escala (Coelli, 1996).*

En el ejemplo de la Figura 2.6, mientras que la frontera CCR emplea un único punto, por lo que sólo una DMU es eficiente, el modelo BCC que utilizaremos para este estudio, ofrece 3 soluciones eficientes, que van a definir la curva de producción óptima, pero adaptándose mejor a las condiciones reales del mercado, por tanto, se puede afirmar que el modelo de retornos variables

va a envolver más datos y de aquí se deduce que la eficiencia técnica pura siempre va a ser menor o igual que la eficiencia técnica global (Pinilla *et al.*, 2001). Así, el valor de la eficiencia técnica global sería como se muestra en la ecuación 3, 4 y 5:

$$ETG = \frac{APc}{AP} \quad (3)$$

El modelo BCC, desagrega la eficiencia técnica en Eficiencia Técnica Pura (ETP) y en Eficiencia de Escala (SE), como se observa en las siguientes ecuaciones.

La Eficiencia Técnica Pura (ETP) vendría dada por la ecuación 4:

$$ETP = \frac{APv}{AP} \quad (4)$$

La Eficiencia de Escala (SE), nos va a indicar numéricamente como de cercana se encuentra la DMU<sub>o</sub> a la situación de producción a retornos constantes, será el cociente entre las dos eficiencias, como se muestra en la ecuación 5:

$$SE = \frac{ETP}{ETG} \quad (5)$$

Una vez obtenidos los valores de eficiencia (ya sea a retornos constantes o variables) y de holguras de cada uno de los inputs y outputs, obtener numéricamente cual debe ser la cantidad de inputs y de outputs para el caso de DEA orientado a inputs es bastante simple. Si  $x_o$  e  $y_o$  representan la cantidad de cada input y de cada output que está produciendo actualmente la DMU<sub>o</sub>, los valores objetivo a los que debería tender la gestión de dicha unidad para llegar a ser eficiente vendrían dado por la ecuación 6.

$$\begin{aligned} x &= \theta \cdot x_o - s^- \\ y &= y_o + s^+ \end{aligned} \quad (6)$$

### 2.3.4 Planteamiento del problema

En el estudio se tomaron en cuenta 3 entradas (inputs) siendo: 1) superficie regada (ha), 2) volumen de agua total para la superficie regada (millones m<sup>3</sup>) y 3) costos de producción (millones de pesos); así como una salida (output) que fue: 1) valor total de la producción (millones de pesos), como se muestra en la figura 2.7.; con el propósito de determinar la eficiencia de aplicación de agua, en cada uno de los módulos de riego del distrito, utilizando los datos estadísticos de las campañas agrícolas del 2010-2011, con una precipitación pluvial de 181,91 mm; en 2011-2012, con 232,80 mm; en 2012-2013 con 535,39 mm y en 2013-2014 con 493,488 mm. El hecho de contar con precipitaciones pluviales muy bajas para este distrito, no representa significancia en cuanto a la eficiencia medida, debido a que se cuenta con una dotación volumétrica asignada para cada módulo de riego a través de la Comisión Nacional del Agua, almacenada en el sistema de presas.

El sistema agrícola del distrito depende tanto del volumen de agua almacenado en sus presas como de la capacidad de bombeo de su acuífero. La operación eficiente de su sistema hidráulico es de suma importancia para las actividades económicas, políticas y sociales. Este distrito es un sistema agrícola que produce principalmente trigo, cártamo, hortalizas, maíz, sorgo, algodón, garbanzo, alfalfa y frutales.



*Figura 2.7. Variables utilizadas en el estudio de la eficiencia en el Distrito de Riego.*

Los métodos y técnicas empleados, estuvieron determinados por la información aportada principalmente por el Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui; de la Comisión Nacional de Agua (Conagua), el Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES); así como por la propia naturaleza de cada una de las variables seleccionadas.

Considerando las entradas (inputs) y la salida (output) propuestas, se determinó que el modelo DEA que más se ajusta a nuestro objetivo, es el de retornos variables (BCC), tomando una orientación a Inputs. Se busca, dado el nivel de output, la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras permanece en la frontera de posibilidades de producción. Esta frontera de producción permite conocer hasta donde se puede producir con los recursos con que se dispone, dejando conocer con precisión la eficiencia o ineficiencia de cada uno de los módulos de riego; además, la frontera de posibilidades permite saber cuáles módulos de riego son eficientes (aprovechando los recursos disponibles), los módulos de riego que están dentro de la frontera de posibilidades (que están desaprovechando oportunidades) y por último los que están fuera de la frontera de posibilidades (inalcanzables). El DEA ayudo a determinar de mejor manera los procesos de producción en el módulo de riego; para lo cual el Software utilizado fue Frontier Analyst Professional, Version 3.2.2 (Banxia Software Ltd®; 2003).

## **2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **2.4.1 Eficiencia técnica pura (DEA-BCC)**

Las puntuaciones de eficiencia (en %) de los resultados obtenidos en la campaña agrícola 2010/2011, la cual fue el más ineficiente técnicamente de las cuatro campañas agrícolas analizadas; por lo que solo tres módulos de riego son técnicamente eficientes: el módulo de riego K-73.5, K-63 y 4-P-8 (100%), los dos primeros módulos de riego cuentan con una superficie pequeña en función de la mayoría de los demás módulos, además que en su totalidad se encuentran sembrados de trigo, lo cual permite homogenizar sus costos de producción y aprovechar mejor los recursos con los que disponen. El Módulo 4-P-8 que presenta una eficiencia del 100%, debido al supuesto que en el 89% de su superficie estuvo sembrada por cultivos más rentables, como son las hortalizas para exportación; lo cual permitió que estos módulos determinaran la frontera eficiente para esta

## **2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

---

campana. El resto de los módulos de riego son calificados como ineficientes, al obtener una puntuación de eficiencia inferior al 100% (Figura 2.8. (a)).

Para la campaña agrícola 2011/2012 los módulos K-73.5, K-63, K-79, Módulo 06, Módulo 02, K-73.8, K-68, CATORCE y Módulo 10 fueron técnicamente eficientes (100%), lo cual permite reafirmar la capacidad de los módulos de riego al producir con el mínimo nivel de recursos potenciales.

En esta campaña agrícola, se sembraron cultivos de mayor valor económico (hortalizas), provocando que seis módulos de riego llegasen a ser eficientes; aprovechando los recursos disponibles. Además de que los módulos K-73.5 y K-63 presentaron nuevamente para este año una eficiencia del 100%, por las mismas condiciones que la campaña agrícola anterior; es decir, el módulo de riego K-73.5 cuenta con una superficie pequeña, además de que el 99,2% de su superficie estuvo sembrada con trigo y el 0,8% con cultivos de alto valor económico, lo cual permitió homogenizar sus costos de producción y aprovechar mejor los recursos con lo que dispone. El módulo K-63 cuenta con una superficie pequeña y el 14,77% de esa superficie se encuentra sembrada con cultivos de alto valor económico. El módulo 4-P-8 decreció a un 89,02% con relación al primer año agrícola, donde obtuvo un 100% de eficiencia; debido al cambio de padrón de cultivos, de sembrar hortalizas a trigo. El resto de los módulos eficientes aprovecharon sus recursos adecuadamente, como se aprecia en la figura 2.8. (b), lo cual se analiza en el tema de mejoras potenciales.

Para la campaña agrícola 2012/2013, los módulos de riego técnicamente eficientes fueron: K-73.5, K-63, K-64, K-66, Módulo 11, Módulo 02, K-73.8, CATORCE, DOS B, CUATRO, Módulo 10 y DIEZ con 100%. Los módulos K-73.5 y K-63 nuevamente figuran entre los más eficientes, y aunque en esta campaña agrícola sembraron cultivos tradicionales (trigo), han aprovechado los recursos disponibles; al igual que los demás módulos que presentaron eficiencia en esta campaña. Esta campaña agrícola fue la más homogénea en cuanto a la eficiencia, en base a los porcentajes obtenidos en análisis realizado, que oscilan de un rango de 86,72% al 100% lo cual indica que la frontera de posibilidades esta inmediata para la mayoría de los módulos de riego, como se aprecia en la figura 2.8. (c).

La última campaña agrícola examinada fue 2013/2014, los módulos de riego técnicamente eficientes fueron: K-63, K-73.5, CUATRO, K-73.8, Módulo 02, K-79 y CATORCE. Los módulos de riego que resultaron ser eficiente durante las cuatro campañas agrícolas analizadas fueron: K-63 y K-73.5, en esta última campaña se puede señalar que la totalidad de hectáreas sembradas fue con el cultivo de trigo. Los módulos K-79, CUATRO, K-73.8, Módulo 02, K-79 y CATORCE aprovecharon los recursos disponibles con los que contaron para llegar a ser eficientes, como se aprecia en la figura 2.8. (d).

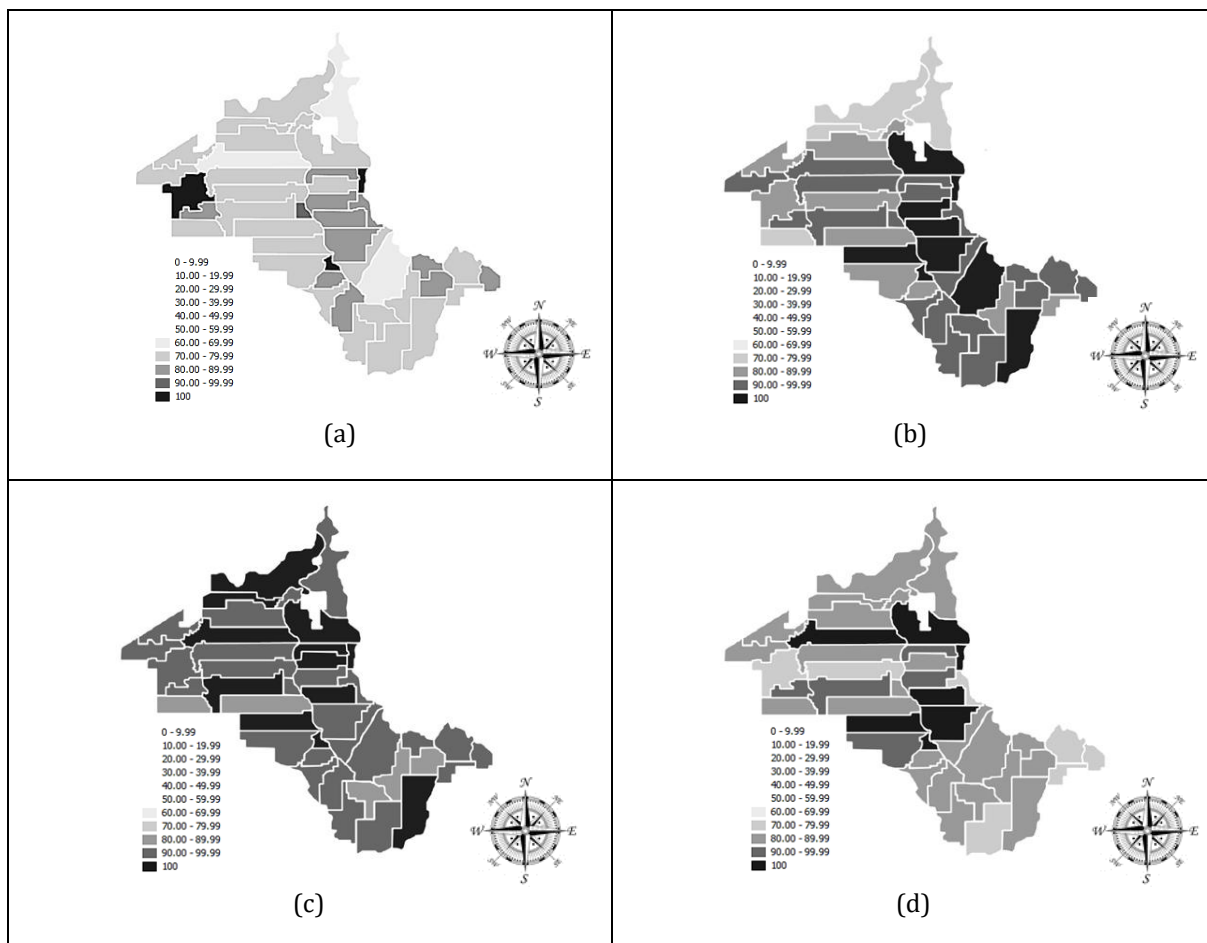


Figura 2.8. Eficiencias BCC en las campañas agrícolas 2010-2011 (a), 2011-2012 (b), 2012-2013 (c) y 2013-2014 (d).

La tabla 2.2., muestra el promedio de la eficacia de BCC, la superficie regada en ha, los costos de producción, el volumen total de agua aplicada y el valor de la producción agrícola en millones de pesos para los 42 módulos de riego del distrito en 4 campañas agrícolas analizadas.

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

Tabla 2.2. Estudio promedio para 4 campañas agrícolas en 42 módulos de riego.

Módulo de Riego	Eficiencia (BCC)	Superficie (ha)	Costos (millones \$)	Volumen (Millones m³)	Producción (millones \$)
K-73.5	1	846	16,03	4189,91	20,60
K-63	1	1019	23,98	5121,00	98,24
K-73.8	0,952	4255	100,75	24056,54	167,19
K-79	0,951	7763	197,22	51138,82	292,52
CATORCE	0,948	7287	171,13	42672,24	269,23
MÓDULO 02	0,943	8818	174,05	37338,67	250,58
P10-SUR	0,931	2924	87,42	8316,81	92,96
K-68	0,926	4039	99,38	23405,25	151,64
VEINTE	0,923	4640	100,66	23476,60	172,91
DIEZ	0,919	8030	172,23	44167,69	267,95
K-64	0,917	2644	61,77	15247,84	93,05
K-66	0,915	3315	74,70	19840,54	114,47
CUATRO	0,914	9201	213,59	57778,16	305,82
K-95	0,907	2610	52,09	19954,58	80,24
4-P-10	0,905	1899	44,029	12508,00	68,17
VEINTIDÓS	0,904	4129	82,17	32074,63	119,87
MÓDULO 10	0,903	9632	181,00	56089,69	268,40
4-P-8	0,898	6513	161,06	45646,33	248,62
DIECISÉIS	0,895	8672	187,92	48430,51	280,98
K-105	0,893	3514	71,08	24494,87	107,03
SEIS	0,886	7859	176,81	52001,36	259,33
K-91 SUR	0,878	7388	137,35	30845,24	201,82
K-70	0,877	1877	34,12	11498,35	48,34
DIECIOCHO	0,874	2156	41,11	12313,22	59,04
K-88.5	0,874	5597	111,74	33874,26	168,00
C.M.D.	0,870	4402	92,22	27631,08	137,98
4-P-6	0,866	4669	99,30	32971,02	143,73
SANTINI II	0,864	2557	43,03	16760,53	61,14
MÓDULO 06	0,863	10332	196,96	61801,03	275,94
4-P-4	0,860	4941	106,15	40029,07	153,67
SANTINI I	0,853	5053	87,02	29482,31	123,73
DIECINUEVE	0,852	3615	64,85	19579,14	92,54
DOS-B	0,842	4911	97,62	31579,53	140,20
NÁINARI	0,840	1298	24,92	8540,01	31,77
DOS	0,839	6605	131,88	39888,41	191,22
MÓDULO 11	0,833	9636	193,72	49561,34	271,58
DOCE	0,823	6797	147,19	43224,60	204,80
BACAME	0,819	4235	75,11	24689,52	104,00
K-91 NORTE	0,818	4614	89,68	28860,02	125,26
OCHO	0,814	7650	149,75	48661,32	206,73
MÓDULO 01	0,796	7652	156,44	29017,37	188,86
4-P-12	0,796	4552	96,59	25989,27	131,34
<b>Promedio</b>	<b>0,885</b>	<b>220139</b>	<b>110,14</b>	<b>30827,30</b>	<b>161,70</b>



#### 2.4.2 Conjuntos de referencia

Una de las exigencias del DEA es que las unidades a evaluar sean homogéneas. Para que el análisis pueda ser utilizado para identificar cuáles son las organizaciones que hacen una mejor utilización de sus recursos es necesario eliminar el efecto, de que factores externos puedan causar en el nivel de eficiencia que cada organización consigue (Goñi, 1998). En este contexto, se considera al número de «Peers Decision Making Units»; el cual nos indica el número de módulos de riego eficientes que forman parte del conjunto de referencia de los módulos de riego ineficientes (Anexo 2.2).

En el análisis interanual (4 campañas agrícolas), se puede señalar que solo 16 módulos de riego fueron eficientes por lo menos en una campaña agrícola: K-73.5, K-63, 4-P-8; K-79, Módulo 06, Módulo 02, K-73.8, K-68, Catorce, Módulo 10, K-64, K-66. Módulo 11, Dos B, Cuatro y Diez, y solamente 12 constituyeron el conjunto de referencia de los módulos de riego que fueron ineficientes. Los módulos de riego que fueron eficientes en determinada campaña agrícola; pasaron a ser ineficientes en otros, por lo que dejaron de ser parte del conjunto de referencia y evidentemente al ser ineficientes nunca pueden formar parte del conjunto de referencia de otro módulo ineficiente.

Una peculiaridad de este análisis, es que a pesar de que algunos módulos de riego sean eficientes, pueden no ser “peer” de ningún otro módulo de riego ineficiente, como ejemplo, se observa que en la campaña agrícola 2010-2011 donde el Módulo K-73.5 fue eficiente y no fue peer de ningún otro. Por último, se puede decir; que lo que no puede suceder es que una unidad calificada como eficiente presente Peers (Coll y Blasco, 2006).

En la campaña agrícola 2010-2011, los módulos de riego que constituyeron el conjunto de referencia 39 veces y que fueron Peer de otros módulos son: K-63 y 4-P-8. En la campaña agrícola 2011-2012 los módulos de referencia y el número de veces que el módulo de riego fue referencia de otro son: K-73.5 (1), K-63 (20), K-79 (1), Módulo 06 (2), Módulo 02 (2), K-73.8 (22), K-68 (14) y Catorce (6). En la campaña agrícola 2012-2013 los módulos de referencia se clasificaron de la siguiente manera: K-73.5 (1), K-63 (19), K-64 (1), K-66 (2), Módulo 11 (1), Módulo 02 (2), K-

73.8 (4), Catorce (2), Dos B (24), Cuatro (3), Módulo 10 (6) y Diez (13). En la última campaña agrícola 2013-2014 los módulos de referencia fueron: K-63 (27), K-73.5 (4), K-73.8 (30), K-79 (2) y Catorce (9).

#### 2.4.3 Valores de las holguras

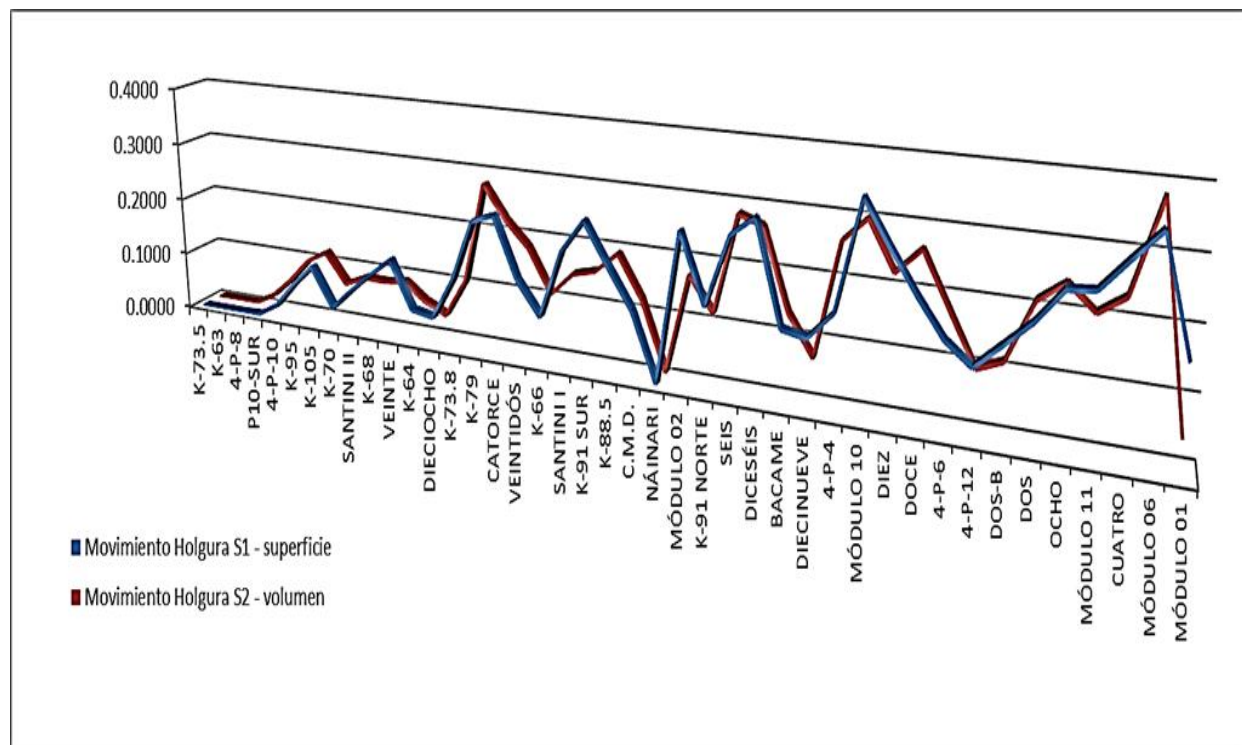
(Pérez, et al., 2002) menciona que, al considerar las holguras arrojadas por el modelo, se debe a los excesos en las entradas para cada uno de los insumos, y representan una asignación excesiva de recursos por lo que se deben reducir.

El análisis de holguras en las variables consideradas del modelo DEA-BCC, nos indican la orientación en que deberán de corregirse los niveles de eficiencia de los módulos de riego establecidos en el estudio. Un valor de holgura input significa las disminuciones ineludibles de los propios inputs para transformar un módulo de riego en eficiente; es decir, los módulos de riego que alcanzaron un valor  $\theta_0 = 1$  y sus holguras son cero, se consideran como módulos eficientes (Canales, 2013).

En los resultados obtenidos para este estudio, se pueden analizar los cambios en el análisis interanual, debido a que los módulos de riego que disminuyeron sus inputs en la campaña agrícola 2010-2011 para tener holguras de cero en superficie y volumen fueron: K-73.8, K-63, 4-P-8, Módulo 10 y Nainari, como se muestra en la figura 2.9.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Holgura Input  
Campaña Agrícola 2010-2011**



*Figura 2.9. Variación de las holguras en la campaña agrícola 2010-2011.*

En la campaña agrícola 2011-2012, los módulos que lograron holguras cero en superficie, costos y volumen fueron: K-73.5, K-63, K-79, Módulo 06, Módulo 02, K-73.8, K-68, Catorce y Módulo 10, como se muestra en la figura 2.10.

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

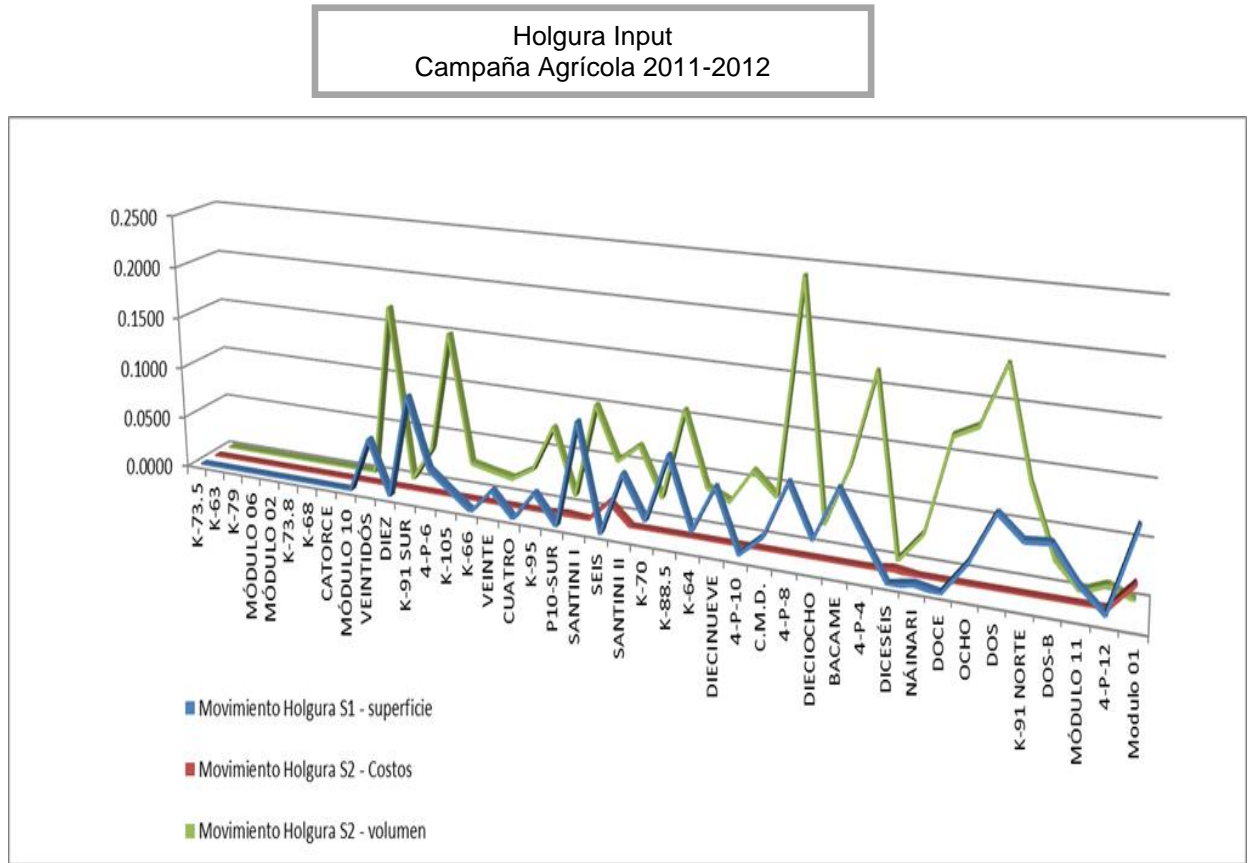
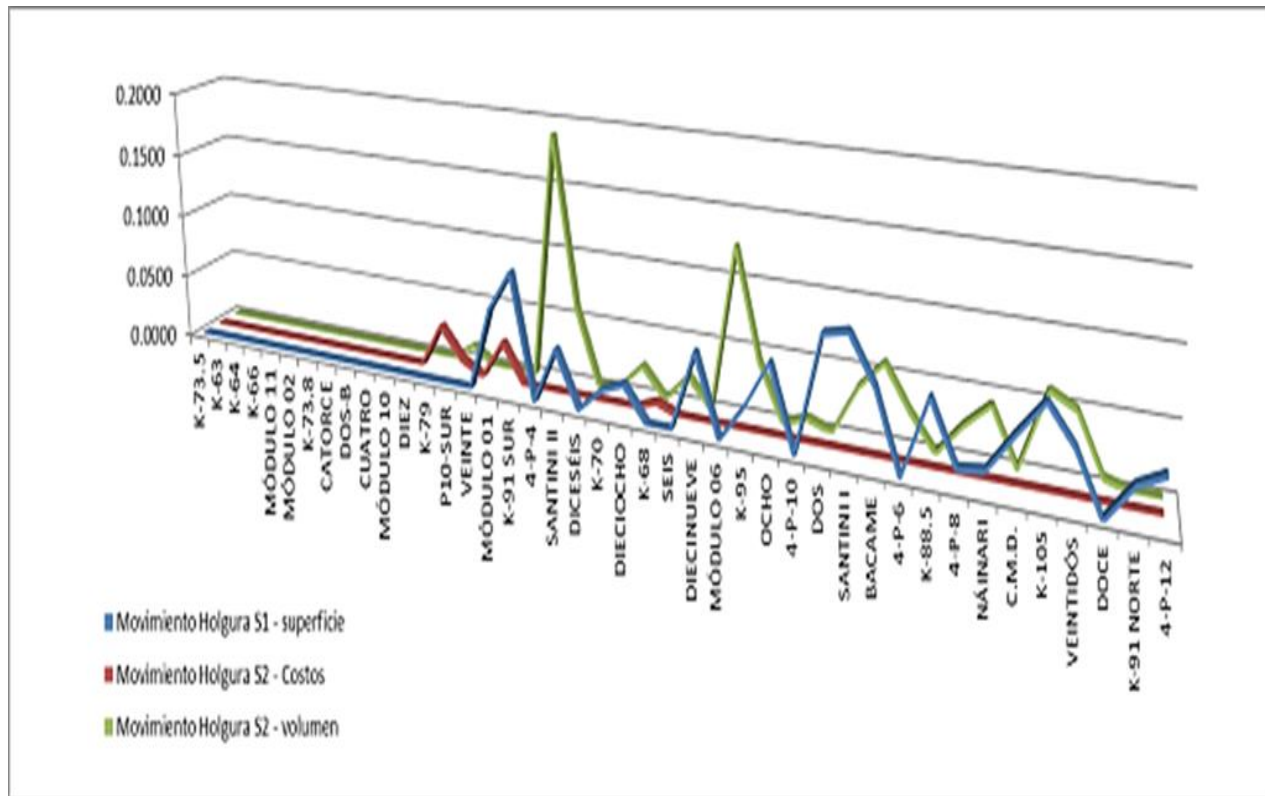


Figura 2.10. Variación de las holguras en la campaña agrícola 2011-2012.

En la campaña agrícola 2012-2013 fueron doce módulos de riego: K-73.5, K-63, K-66, Módulo 11, K-64, Módulo 02, K-73.8, Catorce, Dos B, Cuatro, Módulo 10 y Diez, como se observa en la figura 2.11.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Holgura Input  
Campaña Agrícola 2012-2013



*Figura 2.11. Variación de las holguras en la campaña agrícola 2012-2013.*

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

En la campaña agrícola 2013-2014 la mayoría de los módulos dependen de las disminuciones de sus inputs, ya que 35 de ellos no alcanza la holgura cero; figura 2.12. y Anexo 2.3.

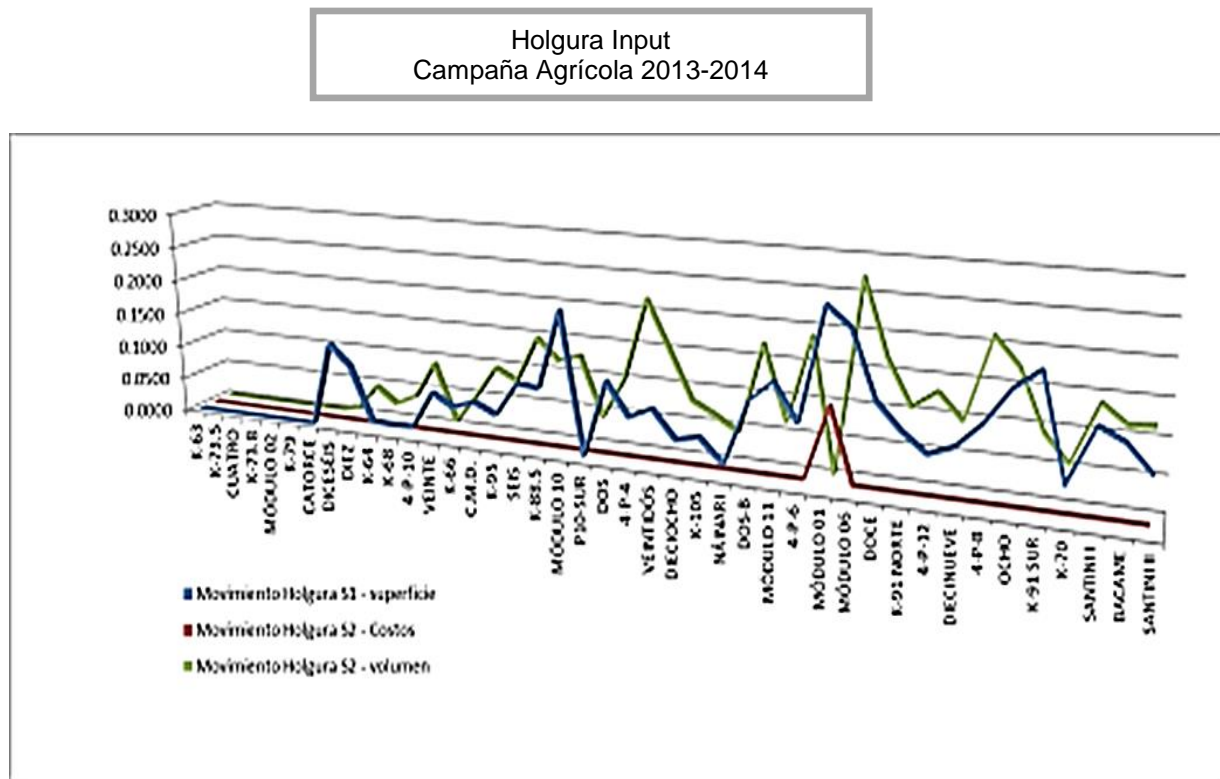


Figura 2.12. Variación de las holguras en la campaña agrícola 2013-2014.

### 2.4.4 Principales cultivos en módulos eficientes

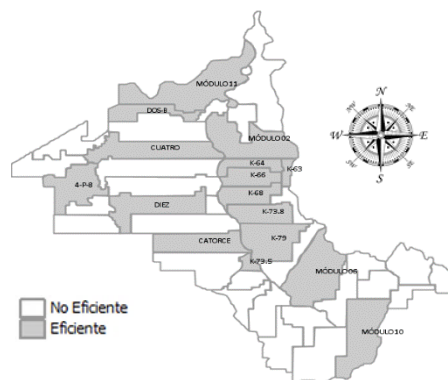
En virtud de contar con una serie de datos extensa para los 4 campañas agrícolas analizadas, se tomaron aquellos módulos de riego que pasaron de ser ineficientes a eficientes y viceversa, (a excepción del módulo K-73.5 y K-63 que fueron eficientes durante las cuatro campañas); con la finalidad de observar el comportamiento de los principales cultivos establecidos como se muestra en la tabla 2.3., determinando el porcentaje promedio para cada cultivo, lo cual ayuda a conocer la tendencia de su eficiencia.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 2.3. Cultivos establecidos en los módulos de riego que fueron eficientes por lo menos una campaña agrícola.*

Módulo de Riego	Trigo Grano (%)	Maíz (%)	Cártamo (%)	Garbanzo (%)	Otros Cultivos (%)	Algodón (%)	Sorgo (%)	Alfalfa (%)	Frutales (%)	Total (%)
K-73.5	80,08	5,10	0,00	0,28	2,41	0,96	0,00	2,94	8,24	100
K-63	78,05	4,60	0,00	0,00	13,90	0,96	0,00	2,49	0,00	100
4-P-8	52,25	12,41	6,81	1,74	20,84	0,89	0,26	3,72	1,08	100
K-68	59,09	4,22	5,77	2,16	16,00	1,86	0,53	4,81	5,56	100
K-64	69,16	7,16	1,17	0,45	11,66	3,89	1,41	3,23	1,88	100
K-73.8	72,83	3,13	3,29	1,26	14,13	4,73	0,06	0,58	0,00	100
K-79	60,46	5,75	2,18	2,70	15,52	2,93	0,30	0,98	9,20	100
Catorce	67,49	4,08	6,67	0,77	13,70	2,58	0,22	1,97	2,54	100
K-66	73,50	6,60	1,54	0,00	11,20	5,20	0,42	0,72	0,82	100
Módulo02	71,52	11,95	0,83	0,05	6,37	7,98	0,19	1,07	0,05	100
Módulo 10	86,97	3,41	1,17	0,13	6,00	1,99	0,19	0,15	0,00	100
DIEZ	75,84	5,04	4,66	0,03	9,89	1,20	0,20	1,51	1,63	100
DOS-B	43,49	6,68	4,97	32,07	6,80	0,00	0,29	3,97	1,73	100
Módulo 11	53,80	10,39	5,50	14,31	5,50	0,08	0,15	6,49	3,77	100
CUATRO	61,95	6,95	4,94	1,76	11,12	4,72	0,18	1,95	6,42	100
Módulo 06	79,30	3,92	2,58	2,05	4,10	2,96	0,00	0,89	4,22	100
<b>Promedio</b>	<b>67,86</b>	<b>6,34</b>	<b>3,25</b>	<b>3,74</b>	<b>10,57</b>	<b>2,68</b>	<b>0,28</b>	<b>2,34</b>	<b>2,95</b>	<b>100</b>

La distribución de los módulos de riego que fueron eficientes por lo menos una campaña agrícola de los años analizados, se muestran en la figura 2.13.



*Figura 2.13. Distribución de módulos de riego que fueron eficientes por lo menos un año del periodo analizado.*

#### 2.4.5 Análisis de las mejoras potenciales en módulos ineficientes

El objetivo del análisis de las mejoras potenciales, es indicar cuánto y en qué factores una unidad ineficiente debe mejorar para alcanzar la máxima eficiencia. Esta información permite establecer objetivos que podrían guiar la mejora del desempeño de las unidades menos eficientes (Díez, 2007). Las mejoras potenciales nos muestran el valor observado, el valor objetivo y el porcentaje de cada variable Input/Output como se exponen en el (Anexo 2.4) para cada campaña agrícola analizada.

En este apartado se describen las mejoras potenciales (Tabla 2.4.) de cada uno de los módulos de riego ineficientes durante tres campañas, que deben realizar para poder ser eficientes.

Los comportamientos en las mejoras potenciales para superficie regada, costos de producción y volumen de agua para los módulos de riego que fueron ineficientes, permite conocer en cuanto deberán reducir sus inputs cada uno de los módulos (en %), con el propósito de llegar a ser eficientes.



**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Tabla 2.4. Mejoras potenciales en % para los módulos de riego ineficientes en tres campañas analizadas.

Módulo de Riego	2010-2011			2011-2012			2012-2013		
	Superficie Regada	Costos	Volumen de agua	Superficie Regada	Costos	Volumen de agua	Superficie Regada	Costos	Volumen de agua
P10-SUR	-8,7	-7,8	-23,8	-9,2	-10,9	-18,9	-0,8	-14,1	0
4-P-10	-26,7	-14,1	-32,3	-14,1	-12,1	-32,4	-7	-5,1	0
K-95	-42,1	-14,9	-56,3	-17,8	-6,7	-41,6	-18,9	-26,9	0
K-105	-44,7	-15,1	-55,3	-7,3	-2,5	-22,9	-34,7	-34,2	0
K-70	-37,0	-15,6	-52,6	-21,0	-10,2	-26,7	-15,3	-4,7	0
SANTINI II	-45,4	-16,3	-48,8	-32,6	-9,5	-40,9	-24,0	-23,1	0
VEINTE	-48,5	-17,2	-39,9	-7,9	-2,5	-8,3	-8,2	-1,6	0
VEINTIDÓS	-53,7	-20,8	-63,7	-15,6	-1,8	-44,4	-21,3	-19,7	0
K-91 SUR	-58,5	-22,1	-52,2	-15,4	-1,7	-6,1	-17,9	-2,1	0
K-88.5	-55,5	-22,1	-55,3	-22,6	-6,8	-28,4	-21,2	-8,5	0
NÁINARI	-25,7	-22,3	-25,6	-19,9	-16,2	-41,2	-25,1	-46,9	0
C.M.D.	-51,3	-22,3	-55,3	-14,4	-9,2	-22,4	-21,9	-9,5	0
SEIS	-56,5	-23,1	-58,1	-6,2	-8,6	-12,3	-5,5	-17,6	0
DICESÉIS	-58,6	-23,2	-56,6	-13,6	-13,9	-13,6	-5,5	-3,2	0
K-91 NORTE	-54,7	-24,0	-55,1	-36,3	-19,6	-42,1	-19,9	-11,2	0
BACAME	-56,3	-24,3	-54,5	-32,0	-13,6	-30,1	-26,7	-14,5	0
DIECINUEVE	-55,6	-24,5	-48,9	-26,8	-9,8	-23,2	-26,0	-5,8	0
4-P-4	-56,2	-24,6	-66,7	-21,2	-13,7	-42,5	-2,7	-34,8	0
DIECIOCHO	-45,1	-25,5	-41,5	-27,4	-14,7	-24,2	-19,9	-11,4	0
DOCE	-55,7	-25,5	-58,5	-15,2	-15,2	-28,9	-16,9	-11,9	0
4-P-6	-56,2	-25,7	-60,0	-9,3	-1,9	-29,4	-9,8	-23,2	0
4-P-12	-52,0	-25,7	-46,5	-26,6	-23,1	-23,1	-22,6	-12,0	0
DOS	-58,1	-26,0	-60,2	-29,5	-16,9	-43,8	-26,0	-6,7	0
SANTINI I	-60,0	-26,1	-56,1	-27,5	-6,3	-32,3	-29,1	-7,5	0
OCHO	-61,7	-28,7	-64,0	-21,0	-16,8	-37,1	-16,2	-6,6	0

El análisis del resumen de mejora (Anexo 2.5), nos muestra la distribución de las mejoras potenciales, en las cuales se observan los módulos de riego para las distintas variables, por lo que, para ser eficientes, deberá haber una reducción de cada uno de los inputs analizados.

Las principales debilidades de ineficiencia que se presentan en cada uno de los módulos de riego, se deben a factores internos y externos: 1) en superficie regada, se debe a la autorización de siembra por parte de las autoridades y presión de los productores para contar con una actividad económica que les permita sortear la crisis económica de la región y del país en la actualidad. En cuanto a: 2) costos de producción, se da una incertidumbre política y económica de la no regulación de precios en los insumos, debido a la paridad del dólar con respecto al peso mexicano, lo cual provoca ineficiencia en esta variable y, por último, 3) en volumen de agua, no se regula la venta de agua, debido a intereses económicos y políticos de cada uno de los módulos, ya que cuentan con

una dotación volumétrica del recurso asignada por decreto a través de la Comisión Nacional de Agua, teniendo en la mayoría de los casos, un mal manejo del recurso.

#### 2.4.6 Correlación entre las variables

Analizando la correlación existente entre las distintas variables para determinar la relación o dependencia entre ellas (Tabla 2.5.), se determinó que para la campaña agrícola 2010/2011, los valores observados en la variable de volumen total para la superficie regada y la variable costos de producción en millones de pesos, se concluye que la intensidad de la relación lineal entre las variables es positiva y muy fuerte, el coeficiente de correlación lineal fue de 0,88 lo que muestra que en función del incremento el volumen de agua, crecen los costos de producción.

La relación lineal entre los puntos de eficiencia y el Output de valor de la producción son muy débiles y negativas; las dos variables se correlacionan en sentido inverso. A valores altos de una de ellas le suelen corresponder valores bajos de la otra y viceversa; siendo las correlaciones para la variable de superficie regada de -0,59, lo que significa que, al incremento de la superficie regada, decrece el valor de la producción. Para la variable costos de producción, que de igual manera es muy débil y negativa fue de -0,32, lo que significa que, al incrementar los costos de producción, decrece el valor de la producción, y para la variable volumen total para la superficie regada fue de -0,51; lo que significa que, al incrementar el volumen de agua, decrece el valor de la producción.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 2.5. Correlación existente entre las distintas variables analizadas.*

<b>Campaña Agrícola 2010-2011</b>		
<b>Variable</b>	<b>Costos de producción (millones de \$)</b>	<b>Valor total de la producción (millones de \$)</b>
Volumen de agua total para la superficie regada (Millones m <sup>3</sup> )	0,88	- 0,51
Superficie regada (ha)	-	- 0,59
Costos de producción (millones de \$)	-	- 0,32
<b>Campaña Agrícola 2011-2012</b>		
<b>Variable</b>	<b>Costos de producción (millones de \$)</b>	<b>Valor total de la producción (millones de \$)</b>
Volumen de agua total para la superficie regada (Millones m <sup>3</sup> )	0,85	- 0,08
Superficie regada (ha)	-	- 0,01
Costos de producción (millones de \$)	-	0,00
<b>Campaña Agrícola 2012-2013</b>		
<b>Variable</b>	<b>Costos de producción (millones de \$)</b>	<b>Valor total de la producción (millones de \$)</b>
Volumen de agua total para la superficie regada (Millones m <sup>3</sup> )	0,90	0,00
Superficie regada (ha)	-	0,16
Costos de producción (millones de \$)	-	0,23
<b>Campaña Agrícola 2013-2014</b>		
<b>Variable</b>	<b>Costos de producción (millones de \$)</b>	<b>Valor total de la producción (millones de \$)</b>
Volumen de agua total para la superficie regada (Millones m <sup>3</sup> )	0,92	0,09
Superficie regada (ha)	-	0,03
Costos de producción (millones de \$)	-	0,16

En la campaña agrícola 2011/2012 se determinó que para la variable de volumen total para la superficie regada y la variable costos de producción millones de pesos, la intensidad de la relación lineal entre las variables es positiva y muy fuerte, el coeficiente de correlación lineal fue de 0,85, lo que muestra que en función del incremento el volumen de agua, crecen los costos de producción.

## **2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

---

La relación lineal entre las puntuaciones de eficiencia y el valor de la producción son débiles y dos negativas; siendo las correlaciones para la variable de superficie regada de  $-0,01$ , lo cual indica que al incremento de la superficie regada, decrece el valor de la producción, para la variable costos de producción fue de  $0,00$  lo que indica que están incorrelacionadas, y para la variable volumen total para la superficie regada fue de  $-0,08$ , lo que significa que al incrementar el volumen de agua, decrece el valor de la producción.

En cuanto a la campaña agrícola 2012/2013 en la variable de volumen total para la superficie regada y la variable costos de producción en millones de pesos, la intensidad de la relación lineal entre las variables es positiva y muy fuerte, el coeficiente de correlación lineal fue del  $0,90$ , lo que indica que a medida que se incrementa el volumen de agua, se incrementan los costos de producción.

Para esta campaña agrícola, la relación lineal entre las puntuaciones de eficiencia y el output de valor de la producción, las correlaciones para la variable de superficie regada son positivas, con un valor de  $0,16$ , lo que significó que al incrementar la superficie regada, se incrementó el valor de la producción; de igual manera para la variable costos de producción fue positiva de  $0,23$ , concluyendo que al incrementar los costos de producción, se incrementó el valor de la producción, y para la variable volumen total para la superficie regada fue incorrelacionada de  $0,00$ .

En la campaña agrícola 2013/2014 se puede apreciar que la variable de volumen total para la superficie regada y la variable costos de producción en millones de pesos, la intensidad de la relación lineal entre las variables es positiva y muy fuerte, el coeficiente de correlación lineal fue del  $0,92$  lo que indica que a medida que se incrementa el volumen de agua, se incrementan los costos de producción.

La relación lineal entre las puntuaciones de eficiencia y el valor de la producción es para la variable de superficie regada de  $0,03$ , lo que indica que al incrementar la superficie regada, se incrementa el valor de la producción, para la variable costos de producción fue de  $0,16$ , indicando que al incrementar los costos de producción, se incrementa el valor de la producción, y para la

variable volumen total para la superficie regada es 0,09, lo que significa que al incrementar el volumen de agua, se incrementa el valor de la producción.

#### 2.4.7 Valores actuales y valores objetivo de los Inputs y Outputs

La metodología DEA, brinda información con respecto a los valores objetivos que se deben establecer, para contar con mejoras en las unidades de decisión (módulos de riego) ineficientes. Estos resultados son importantes, para conocer los motivos de las ineficiencias y saber sus mejoras potenciales en la producción y en los valores de los inputs.

En las tablas 2.6., 2.7. y 2.8., se observan los valores actuales y valores objetivos de cada una las entradas (inputs) analizadas en el estudio para las campañas agrícolas 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013. En cada módulo, se determina en cantidades, lo que deben reducir sus inputs para llegar a ser eficientes. Existe una evidente necesidad de adecuar la producción agrícola a las condiciones de sus recursos, y a la no dependencia de un solo cultivo (trigo hasta el 75% de la superficie sembrada).

La ineficiencia, se manifiesta en problemas como: precios reducidos, altos costos de producción y falta de cuidado en la gestión (manejo) del recurso agua por parte de los módulos de riego y del mismo distrito. Los módulos de riego que llegaron a ser eficientes en las distintas campañas agrícolas, se caracterizan por contar en su superficie sembrada con cultivos de mayor valor económico, como son las hortalizas, a la vez que condicionan a sus productores a manejar adecuadamente sus riegos, o bien estos se encuentran cerca de los canales principales, teniendo tomas directas hacia sus parcelas; además de tener un mayor porcentaje de canales revestidos.

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

Tabla 2.6. Determinación de los valores objetivos para los 42 módulos de riego 2010-2011.

Módulo	Actual	Objetivo	Actual	Objetivo	Actual	Objetivo
de	Superficie	Superficie	Costos de producción	Costos de producción	Volumen de agua	Volumen de agua
Riego	regada (ha)	Regada (ha)	(Millones de pesos)	(Millones de pesos)	total para la superficie	total para la superficie
					regada (Millones m <sup>3</sup> )	regada (Millones m <sup>3</sup> )
K-73.5	827	827	13,9	13,9	4.301	4.301
K-63	1.011	1.011	18,2	18,2	5.937	5.937
4-P-8	7.360	7.360	267,3	267,3	48.816	48.816
P10-SUR	1.382	1.261	30,3	27,9	10.013	7.626
4-P-10	1.896	1.390	38,4	33,0	12.543	8.495
K-95	2.580	1.494	43,6	37,1	21.051	9.199
K-105	3.644	2.014	67,7	57,5	28.464	12.710
K-70	1.813	1.142	27,6	23,3	14.393	6.819
SANTINI II	2.636	1.439	41,7	34,9	17.220	8.824
VEINTE	4.571	2.352	85,5	70,7	24.944	14.993
K-68	4.160	2.315	84,6	69,3	26.386	14.742
K-64	2.723	1.625	51,9	42,2	16.999	10.081
K-73.8	4.203	2.135	77,3	62,3	25.612	13.529
K-79	7.685	3.858	161,5	129,8	57.747	25.161
VEINTIDÓS	4.319	1.998	71,8	56,9	34.701	12.605
K-66	3.168	1.641	54,4	42,8	22.298	10.191
CATORCE	7.376	3.352	140,0	110,0	47.420	21.747
K-91 SUR	7.115	2.951	121,0	94,2	39.808	19.037
K-88.5	5.641	2.509	98,8	76,9	35.891	16.056
NÁINARI	1.408	1.046	25,1	19,5	8.302	6.173
C.M.D.	4.157	2.023	74,5	57,9	28.584	12.773
SEIS	7.984	3.474	149,2	114,8	53.850	22.573
DICESÉIS	8.461	3.505	151,0	116,0	52.453	22.782
K-91 NORTE	4.695	2.127	81,5	61,9	30.017	13.473
BACAME	4.038	1.767	63,2	47,8	24.269	11.039
MÓDULO 02	7.460	3.070	130,9	98,9	43.171	19.841
DIECINUEVE	3.873	1.718	60,8	45,9	20.958	10.713
4-P-4	5.271	2.309	91,6	69,1	44.095	14.704
DIEZ	8.008	3.172	138,1	102,9	45.993	20.532
DIECIOCHO	2.219	1.219	35,3	26,3	12.548	7.342
DOCE	7.035	3.117	135,3	100,8	48.581	20.162
4-P-6	4.949	2.169	85,5	63,6	34.425	13.756
4-P-12	4.420	2.121	83,0	61,7	25.087	13.431
DOS-B	5.196	2.281	91,8	67,9	29.828	14.512
DOS	6.141	2.572	107,3	79,4	41.430	16.482
SANTINI I	5.256	2.103	82,5	61,0	30.352	13.311
MÓDULO 11	8.375	3.404	157,2	112,0	50.730	22.096
OCHO	7.634	2.921	130,6	93,1	52.388	18.834
MÓDULO 10	9.699	3.544	167,9	117,6	62.174	23.046
CUATRO	9.767	3.742	180,1	125,3	58.045	24.382
MÓDULO 06	10.216	3.551	169,9	117,8	78.834	23.094
MÓDULO 01	7.139	2.701	135,8	84,4	30.173	17.351

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 2.7. Determinación de los valores objetivos para los 42 módulos de riego 2011-2012.*

Módulo	Actual	Objetivo	Actual	Objetivo	Actual	Objetivo
de	Superficie	Superficie	Costos de producción	Costos de producción	Volumen de agua	Volumen de agua
Riego	regada (ha)	Regada (ha)	(Millones de pesos)	(Millones de pesos)	total para la superficie regada (Millones m <sup>3</sup> )	total para la superficie regada (Millones m <sup>3</sup> )
K-73.5	802	802	16,3	16,3	4.484	4.484
K-63	967	967	21,2	21,2	5.187	5.187
MÓDULO 06	10.365	10.365	210,5	210,5	21.651	21.651
MÓDULO 02	9.773	9.773	211,5	211,5	36.025	36.025
K-73.8	4.138	4.138	93,0	93,0	22.652	22.652
K-68	4.404	4.404	109,9	109,9	23.104	23.104
CATORCE	7.531	7.531	167,6	167,6	41.248	41.248
MÓDULO 10	9.621	9.621	179,1	179,1	56.324	56.324
DIEZ	7.860	7.522	157,0	155,1	43.054	42.539
K-91 SUR	7.562	6.397	138,7	136,4	38.130	35.795
VEINTIDÓS	3.975	3.353	76,6	75,3	32.970	18.328
4-P-6	4.680	4.245	101,7	99,8	32.342	22.833
K-64	2.466	2.222	50,7	49,6	15.220	12.098
K-79	8.130	7.946	203,5	175,8	47.996	40.282
VEINTE	4.513	4.158	96,7	94,3	24.735	22.686
K-105	3.468	3.213	73,9	72,1	22.785	17.558
K-66	3.388	3.301	77,8	75,8	19.784	17.882
SEIS	7.911	7.419	181,2	165,6	46.302	40.600
SANTINI I	4.930	3.574	85,7	80,3	28.880	19.547
K-95	2.565	2.109	50,4	47,1	19.666	11.477
K-88.5	5.411	4.186	103,1	96,1	31.766	22.733
CUATRO	9.234	8.411	213,9	184,9	60.042	39.199
C.M.D.	4.584	3.922	97,1	88,2	27.640	21.462
P10-SUR	1.290	1.171	29,7	26,5	7.711	6.251
SANTINI II	2.555	1.722	42,3	38,3	15.804	9.342
DIECINUEVE	3.656	2.675	66,4	59,9	18.989	14.592
K-70	1.809	1.429	35,3	31,7	10.546	7.731
4-P-8	5.484	4.101	103,6	92,2	43.129	22.448
4-P-10	1.731	1.487	37,5	33,0	11.904	8.051
DICESÉIS	8.749	7.560	195,6	168,5	45.335	39.176
BACAME	4.289	2.917	75,7	65,4	22.778	15.929
4-P-4	5.226	4.120	107,4	92,6	39.246	22.553
DIECIOCHO	2.203	1.600	41,7	35,5	11.452	8.675
DOCE	6.613	5.610	154,7	131,2	42.486	30.210
NÁINARI	1.077	863	21,6	18,1	8.063	4.743
OCHO	7.327	5.787	154,2	128,3	50.759	31.911
DOS	6.236	4.393	131,5	109,3	41.053	23.086
K-91 NORTE	4.683	2.982	83,2	66,9	28.108	16.284
DOS-B	5.409	3.686	104,4	82,8	28.871	20.160
MÓDULO 11	9.663	7.214	192,8	152,5	51.112	40.424
4-P-12	4.520	3.316	99,6	76,6	23.289	17.919
Modulo 01	7.559	4.974	163,8	117,4	30146,33	21598,98

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

Tabla 2.8. Determinación de los valores objetivos para los 42 módulos de riego 2012-2013.

Módulo	Actual	Objetivo	Actual	Objetivo	Actual	Objetivo
de	Superficie	Superficie	Costos de producción	Costos de producción	Volumen de agua	Volumen de agua
Riego	regada (ha)	Regada (ha)	(Millones de pesos)	(Millones de pesos)	total para la superficie regada (Millones m <sup>3</sup> )	total para la superficie regada (Millones m <sup>3</sup> )
K-73.5	882	882	15,9	15,9	4.034	4.034
K-63	1.029	1.029	24,2	24,2	5.118	5.118
K-66	3.225	3.225	79,5	79,5	18.743	18.743
MÓDULO 01	7.934	7.934	150,5	150,5	28.497	28.497
MÓDULO 02	9.072	9.072	180,9	180,9	36.659	36.659
MÓDULO 11	11.752	11.752	220,6	220,6	50.457	50.457
K-73.8	4.310	4.310	103,3	103,3	23.939	23.939
CATORCE	7.347	7.347	176,7	176,7	39.462	39.462
DOS-B	4.224	4.224	91,2	91,2	33.755	33.755
CUATRO	8.543	8.543	215,5	215,5	54.236	54.236
MÓDULO 10	9.483	9.483	167,7	167,7	54.205	54.205
DIEZ	7.908	7.908	182,6	182,6	42.732	42.732
K-64	2.615	2.605	65,4	62,2	13.864	13.809
P10-SUR	1.196	1.187	30,7	28,2	7.100	6.096
K-79	7.677	7.609	197,3	189,4	47.402	46.982
VEINTE	4.618	4.238	98,4	96,8	22.476	22.122
K-91 SUR	7.048	5.783	133,4	130,6	37.000	36.237
SANTINI II	2.403	1.826	42,0	40,9	15.945	12.262
4-P-4	4.669	4.542	112,2	109,2	39.668	25.876
DICESÉIS	8.442	7.974	174,7	169,1	46.512	45.031
K-70	1.869	1.582	37,1	35,8	10.576	10.077
4-P-10	1.951	1.814	43,6	41,4	11.422	10.841
DIECIOCHO	2.085	1.671	39,8	37,6	12.268	10.872
SEIS	7.385	6.979	172,3	162,8	51.423	42.388
K-68	4.038	3.814	99,9	91,3	22.191	20.959
DIECINUEVE	3.576	2.647	63,1	59,5	18.418	17.354
MÓDULO 06	10.061	9.411	179,5	167,9	71.267	53.746
K-95	2.631	2.133	50,7	47,3	20.530	15.010
OCHO	7.691	6.445	142,7	133,2	43.925	41.013
DOS	7.193	5.321	126,3	117,8	39.157	36.514
SANTINI I	5.011	3.553	82,9	77,1	29.984	27.737
K-88.5	5.722	4.510	109,9	100,6	33.372	30.537
BACAME	3.937	2.885	69,3	63,1	25.430	21.749
4-P-8	6.930	6.124	130,8	118,8	46.094	41.143
C.M.D.	4.393	3.431	84,5	76,5	25.693	23.263
NÁINARI	1.283	961	22,6	20,4	8.696	4.620
4-P-6	4.444	4.010	104,9	94,6	32.001	24.590
K-105	3.374	2.204	54,4	48,8	23.778	15.651
K-91 NORTE	4.218	3.377	84,1	74,7	27.021	23.991
DOCE	6.409	5.324	134,6	118,6	41.108	36.210
4-P-12	4.770	3.694	94,7	83,4	26.474	23.310
VEINTIDÓS	4.152	3.269	88,7	71,3	31.090	24.971



**Módulos K-73.5 y K-63.** Estos módulos de riegos, fueron los únicos que presentaron eficiencia al 100% durante las cuatro campañas agrícolas, y sirvieron de referencia para el resto de los módulos al aprovechar adecuadamente sus recursos, para las diversas variables. En cuanto a los valores observados y los valores objetivos fueron idénticos en las diferentes variables y análisis realizado por el modelo DEA, situándose siempre en la frontera eficiente. Es importante indicar, que estos módulos cuentan con superficies agrícolas pequeñas, lo que permite el aprovechamiento de sus recursos adecuadamente.

**Módulo 4-P-8.** Este módulo, a pesar de haber sido eficiente en la campaña agrícola 2010-2011, por haber sembrado 66,4% de su superficie agrícola con cultivos más rentables (hortalizas), fue ineficiente para el resto de los demás años, debido a que cambio su patrón de cultivo; además de utilizar inadecuadamente sus inputs, y presentar en algunas parcelas suelos arenosos que utilizan mayor cantidad de agua.

**Módulo K-73.8.** El módulo de riego fue ineficiente en la campaña agrícola 2010-2011 y pasó a hacer eficiente las campañas agrícolas 2011-2012 y 2012-2013, debido al incremento de cultivos más rentables (hortalizas), además de realizar prácticas agrícolas en beneficio de sus usuarios, como el de mantener limpios los canales para una mejor conducción del agua de riego. La última campaña agrícola analizada, presentó nuevamente ineficiencia, debido a una siembra desfasada, teniendo un mayor consumo de agua, un mayor gasto y por consecuencia una menor utilidad.

**Módulo 02.** El módulo pasa de ineficiente en la campaña agrícola 2010-2011 a eficiente en las tres siguientes campañas agrícolas; esto debido al buen manejo de sus inputs, situándose sobre la frontera eficiente. Una ventaja de este módulo es que cuenta con una superficie sembrada con cultivos más rentables, además de contar con tomas directas en una gran parte del área agrícola sembrada.

**Módulo K-68.** Partiendo del análisis de la primera campaña agrícola evaluada, para este módulo de riego, deberá haber una reducción del Input superficie regada, costos de producción y volumen total para superficie como mejora potencial. El módulo de riego fue eficiente en la

## **2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

---

campaña agrícola 2011-2012 e ineficiente nuevamente en las campañas agrícolas 2012-2013 y 2013-2014, debido al mal uso en el manejo de riegos, lo cual provoca mayor gasto de volumen de agua.

**Módulo Catorce.** Para ser eficiente, debió haber una reducción del Input superficie regada del (0,54), costos de producción (0,21) y volumen total para superficie (0,54) como mejora potencial respectivamente, en base a 1,0. Este módulo de riego fue eficiente en las campañas agrícolas 2011-2012 y 2012-2013, debido al mejor manejo en el trazo de riegos y haber aprovechado sus recursos adecuadamente.

**Módulo 10.** El Módulo para ser eficiente, redujo del Input superficie regada, costos de producción y volumen total para superficie como mejora potencial respectivamente. Este módulo de riego fue eficiente en las campañas agrícolas 2011-2012 y 2012-2013, corrigiendo sus prácticas agrícolas supervisando los riegos (día y noche) durante el periodo que duran estos.

**Módulo DIEZ.** Para ser eficiente, deberá haber una reducción del Input superficie regada del (0,0430) y volumen total para superficie (0,0120) como mejora potencial respectivamente, en base a 1,0 y realizar mejores prácticas agrícolas con la finalidad de alcanzar la frontera eficiente.

**Módulo K-66.** Este módulo de riego, fue eficiente únicamente en la campaña agrícola 2012-2013; para llegar a ser eficiente, este módulo debió promover, de acuerdo con los resultados obtenidos, una reducción del Input superficie regada (0,0256), costos de producción (0,0256) y volumen total para superficie (0,0961) como mejora potencial respectivamente, en base a 1,0. Fundamentalmente, deberá poner atención a los trazos de riego y manejo de agua para corregir la ineficiencia en el volumen de agua de riego.

**Módulo 11.** Este módulo presenta eficiencia únicamente en la campaña agrícola 2012-2013. Este módulo de riego fue ineficiente en las otras tres campañas agrícolas analizadas. Presenta ineficiencia, principalmente porque se encuentra al margen del Río Yaqui; contando con aproximadamente 3.000 ha de terrenos arenosos, lo cual ocasiona un mayor consumo de agua.

Además, de necesitar en algunas otras parcelas nivelación para un mayor aprovechamiento del recurso agua.

Para ser eficiente, deberá haber una reducción del Input superficie regada del (0,2534), costos de producción (0,2091) y volumen total para superficie (0,2091) como mejora potencial respectivamente, en base a 1,0.

**Módulo DOS-B.** Este módulo de riego también presenta eficiencia únicamente en la campaña agrícola 2012-2013. El principal problema de este módulo es que presenta un mal manejo de riego, además de nivelar parcelas y reducir costos de producción en sus cultivos.

Para ser eficiente, deberá haber una reducción del Input superficie regada del (0,3186), costos de producción (0,2070) y volumen total para superficie (0,3017) como mejora potencial respectivamente, en base a 1,0.

**Módulo CUATRO.** Este módulo de riego fue eficiente en las campañas agrícolas 2012-2013 y 2013-2014, mejorando fundamentalmente el manejo de riegos (trazo y volumen de agua), ya que cuenta con suelos arenosos.

**Módulo Dieciséis.** Este módulo de riego, únicamente fue eficiente en la campaña agrícola 2013-2014, debido al mejor manejo en el trazo de riegos y haber aprovechado de manera adecuada sus recursos.

**Módulo K-79.** Este módulo de riego, presento eficiencia técnica únicamente en la última campaña agrícola evaluada, realizando ajustes en el uso de sus recursos.

#### 2.4.8 Valores de las intensidades ( $\lambda_j$ ) en el modelo DEA en forma envolvente

Para los Módulos de Riego ineficientes ( $<100\%$ ) resulta que  $\sum \lambda_j < 1$ , se señala que trabajan bajo rendimientos crecientes o decrecientes a escala, y los Módulos de Riego eficientes (100%) lo hacen bajo rendimientos constantes a escala, puesto que para éstos  $\sum \lambda_j = 1$ .

## **2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

---

En la tabla 2.9. se muestra el orden de cada uno de los módulos de riego en las distintas campañas agrícolas analizadas, de acuerdo a su eficiencia técnica pura (DEA-BCC) orientada a inputs (minimizando los inputs para producir la misma cantidad de output). Los módulos que obtienen 100 puntos son los que forman la frontera de producción eficiente; los que se encuentran por debajo de estos, son ineficientes y están produciendo por debajo de ella. Podemos decir que entre más lejos se encuentre un módulo de riego de los que cuentan con 100 puntos, su ineficiencia es mayor como se aprecia en cada una de las campañas agrícolas analizadas; precisando que lo ideal sea que todos los módulos de riego alcancen la mayor eficiencia posible, en el menor tiempo.

Para la campaña agrícola 2010-2011, solamente 3 módulos de riego fueron eficientes: K-73.5, K-63 y 4-P-8 (siendo este último módulo de riego ineficiente los próximos 3 años agrícolas); por lo que no necesitaron ningún tipo de mejora potencial. En la campaña agrícola 2011-2012 los módulos de riego eficientes fueron: K-73.5, K-63, Módulo 06, Módulo 02, K-73.8, K-68, Catorce, Módulo 10 y K-79. Para la campaña agrícola 2012-2013, los módulos de riego eficientes fueron: K-73.5, K-63, K-64, K-66, Módulo 02, Módulo 11, K-73.8, Catorce, DOS-B, Cuatro, Módulo 10 y Diez. En la última campaña agrícola analizada, los módulos de riego eficientes fueron: K-63, K-73.5, K-79, CUATRO, K-73.8, Modulo 02 y Catorce.

Considerando que la producción (output) es constante en este estudio, en la misma tabla 9, se muestran los tipos de retorno a escala de cada uno de los módulos de riego analizados. Los módulos eficientes presentan retornos constantes a escala, lo que indica que, si se realiza o no un cambio, su escala no se ve afectada. Aunque es importante señalar que cuando presentan rendimientos decrecientes, nos indica que se deberán reducir las dimensiones de las variables de los inputs (entradas) para que su productividad promedio del output (salida) aumente. Es decir, los rendimientos a escala nos expresan como varia la cantidad producida de un módulo de riego a medida que varía el uso de todos los factores que intervienen en el proceso de producción agrícola de la misma proporción. Así, un rendimiento a escala constante se caracteriza en la medida que aumenta la capacidad instalada de los módulos de riego por el lado de la producción; aumentando en la misma proporción. Por otra parte, al incrementar la producción con los mismos recursos disponibles podemos afirmar que se está dando un rendimiento a escala creciente y cuando

aumentamos todos los factores de producción, la cantidad producida aumenta en una proporción menor, se denomina rendimiento a escala decreciente.

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

Tabla 2.9. Puntuación interanual en 42 módulos de riego.

2010-2011			2011-2012			2012-2013			2013-2014		
Módulo	%	Escala	Módulo	%	Escala	Módulo	%	Escala	Módulo	%	Escala
K-73.5	100,00	constante	K-73.5	100,00	constante	K-73.5	100,00	constante	K-63	100,00	constante
K-63	100,00	constante	K-63	100,00	constante	K-63	100,00	constante	K-73.5	100,00	constante
4-P-8	100,00	constante	K-79	100,00	constante	K-64	100,00	constante	CUATRO	100,00	constante
P10-SUR	92,25	decreciendo	MÓDULO 06	100,00	constante	K-66	100,00	constante	K-73.8	100,00	constante
4-P-10	85,88	decreciendo	MÓDULO 02	100,00	constante	MÓDULO 11	100,00	constante	MÓDULO 02	100,00	constante
K-95	85,12	decreciendo	K-73.8	100,00	constante	MÓDULO 02	100,00	constante	K-79	100,00	constante
K-105	84,93	decreciendo	K-68	100,00	constante	K-73.8	100,00	constante	CATORCE	100,00	constante
K-70	84,39	decreciendo	CATORCE	100,00	constante	CATORCE	100,00	constante	DIECISÉIS	98,35	incrementando
SANTINI II	83,70	decreciendo	MÓDULO 10	100,00	constante	DOS-B	100,00	constante	DIEZ	94,57	incrementando
K-68	82,85	decreciendo	VEINTIDÓS	98,69	incrementando	CUATRO	100,00	constante	K-64	93,28	decreciendo
VEINTE	82,80	decreciendo	DIEZ	98,58	incrementando	MÓDULO 10	100,00	constante	K-68	92,27	decreciendo
K-64	82,01	decreciendo	K-91 SUR	98,31	incrementando	DIEZ	100,00	constante	4-P-10	91,87	decreciendo
DIECIOCHO	81,54	decreciendo	4-P-6	98,13	incrementando	K-79	99,80	incrementando	VEINTE	89,70	decreciendo
K-73.8	80,60	decreciendo	K-105	98,08	incrementando	P10-SUR	99,21	decreciendo	K-66	89,18	decreciendo
K-79	80,42	decreciendo	K-66	97,96	incrementando	VEINTE	99,06	incrementando	C.M.D.	89,08	decreciendo
CATORCE	79,34	decreciendo	VEINTE	97,52	incrementando	MÓDULO 01	98,80	incrementando	K-95	89,00	decreciendo
VEINTIDÓS	79,25	decreciendo	CUATRO	95,90	incrementando	K-91 SUR	97,99	incrementando	SEIS	88,98	incrementando
K-66	78,79	decreciendo	K-95	95,05	incrementando	4-P-4	97,27	incrementando	K-88.5	87,51	decreciendo
SANTINI I	78,61	decreciendo	P10-SUR	94,93	decreciendo	SANTINI II	97,20	decreciendo	MÓDULO 10	86,46	incrementando
K-91 SUR	77,92	decreciendo	SANTINI I	93,95	incrementando	DIECISÉIS	96,74	incrementando	P10-SUR	86,18	decreciendo
K-88.5	77,90	decreciendo	SEIS	93,78	incrementando	K-70	96,50	decreciendo	DOS	85,37	incrementando
C.M.D.	77,70	decreciendo	SANTINI II	93,30	incrementando	DIECIOCHO	95,44	decreciendo	4-P-4	85,15	decreciendo
NÁINARI	77,40	decreciendo	K-70	93,29	incrementando	K-68	95,12	incrementando	VEINTIDÓS	85,03	decreciendo
MÓDULO 02	77,21	decreciendo	K-88.5	93,19	incrementando	SEIS	94,50	incrementando	DIECIOCHO	84,73	decreciendo
K-91 NORTE	77,02	decreciendo	K-64	91,31	incrementando	DIECINUEVE	94,12	incrementando	K-105	84,41	decreciendo
SEIS	76,94	decreciendo	DIECINUEVE	91,25	incrementando	MÓDULO 06	93,53	incrementando	NÁINARI	83,13	decreciendo
DIECISÉIS	76,83	decreciendo	4-P-10	91,18	incrementando	K-95	93,46	decreciendo	DOS-B	83,07	decreciendo
BACAME	75,71	decreciendo	C.M.D.	90,91	incrementando	OCHO	93,39	incrementando	MÓDULO 11	82,98	incrementando
DIECINUEVE	75,55	decreciendo	4-P-8	89,02	incrementando	4-P-10	93,17	decreciendo	4-P-6	82,96	decreciendo
4-P-4	75,43	decreciendo	DIECIOCHO	88,08	incrementando	DOS	93,09	incrementando	MÓDULO 01	82,60	incrementando
MÓDULO 10	74,95	decreciendo	BACAME	87,14	incrementando	SANTINI I	92,96	decreciendo	MÓDULO 06	82,46	incrementando
DIEZ	74,59	decreciendo	4-P-4	86,29	incrementando	BACAME	91,11	decreciendo	DOCE	82,13	incrementando
DOCE	74,50	decreciendo	DIECISÉIS	85,90	incrementando	4-P-6	91,11	decreciendo	K-91 NORTE	81,48	decreciendo
4-P-6	74,35	decreciendo	NÁINARI	85,10	decreciendo	K-88.5	91,03	incrementando	4-P-12	80,21	decreciendo
4-P-12	74,31	decreciendo	DOCE	84,88	incrementando	4-P-8	90,85	incrementando	DIECINUEVE	80,03	decreciendo
DOS-B	74,08	decreciendo	OCHO	83,18	incrementando	NÁINARI	90,40	decreciendo	4-P-8	79,17	decreciendo
DOS	74,04	decreciendo	DOS	83,15	incrementando	C.M.D.	90,15	incrementando	OCHO	77,60	incrementando
OCHO	71,46	decreciendo	K-91 NORTE	81,03	incrementando	K-105	89,84	decreciendo	K-91 SUR	76,84	decreciendo
MÓDULO 11	71,32	decreciendo	DOS-B	79,53	incrementando	VEINTIDÓS	89,52	decreciendo	K-70	76,60	decreciendo
CUATRO	69,75	decreciendo	MÓDULO 11	79,00	incrementando	DOCE	87,84	incrementando	SANTINI I	75,72	decreciendo
MÓDULO 06	69,40	decreciendo	4-P-12	77,25	incrementando	K-91 NORTE	87,64	incrementando	BACAME	73,63	decreciendo
MÓDULO 01	62,21	decreciendo	MÓDULO 01	74,89	incrementando	4-P-12	86,72	incrementando	SANTINI II	71,76	decreciendo

## **2.5 CONCLUSIONES**

La metodología Análisis Envolvente de Datos (DEA), aplicada en el distrito permitió conocer las ineficiencias en cada uno de los módulos de riego estudiados; así como la posibilidad de incrementar su eficiencia, reduciendo los inputs según sea el caso. El estudio determinó las tendencias y variaciones anuales e interanuales de eficiencias; como un aporte a los productores para la toma de decisiones que les permita minimizar las ineficiencias presentadas.

El DEA mostró el margen de mejora para cada módulo de riego ineficiente para lograr la frontera de eficiencia, y por lo tanto lograr contar con módulos de riego eficientes. La campaña agrícola más homogénea en cuanto a la eficiencia fue 2012/2013 determinado en función de los porcentajes obtenidos en el análisis realizado, que oscilan entre un rango de 86,72% al 100%, lo cual indica que la frontera de posibilidades esta inmediata para la mayoría de los módulos de riego, con un margen del 13,28%. Además, es donde mayor número de módulos de riego eficientes hubo, llegando a ser 12 de los 42 existentes, esto debido al aprovechamiento de sus recursos con los que cuentan y al buen manejo de sus entradas (inputs). En cambio, en la campaña agrícola 2010-2011 es la más heterogénea en cuanto a eficiencia, debido al mal aprovechamiento de sus entradas (inputs), ya que los rangos oscilan del 62,21% al 100% lo que hace más complejo el alcanzar la frontera de posibilidades con respecto a los módulos de riego más eficientes, con un rango de mejora mayor (37,79%); además de que únicamente 3 módulos de riego fueron eficientes técnicamente.

Existe en cada campaña agrícola una variabilidad de mejora diferente en los inputs, lo que permite diseñar estrategias para cada variable analizada con el propósito de alcanzar la frontera de posibilidades en las próximas campañas agrícolas; y facultan a los directivos de cada módulo de riego tomar las decisiones más correctas, en función de las mejoras potenciales con las que cuenta cada módulo de riego, en cuanto a reducir superficie sembrada, disminuir volumen de agua, y/o mejorar los costos de producción.

Al considerar los costos de producción totales para cada uno de los cultivos analizados (trigo grano, cártamo, garbanzo y otros cultivos de mayor valor económico), se puede percibir que

## **2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

---

existe influencia de algún insumo de producción que está opacando la eficiencia técnica pura del input (costos de producción); por lo que se recomienda que en futuros estudios se realice a mayor detalle el análisis de este input.

El haber considerado como Input los costos de producción, permitió contar con la información de cada uno de los insumos utilizados en los distintos procesos de producción agrícola, incluyendo el costo del agua, aunque se podría proponer realizar un DEA para los conceptos más importantes con los que cuenta cada sistema de producción y conocer a detalle alguna o algunas variables que influyan en la eficiencia a nivel parcela.

La eficiencia a través de la metodología DEA en los módulos de riego representa un primer paso para un estudio más detallado usando indicadores de gestión en los mismos módulos de riego en el Distrito, Sonora México, que permita detectar con mayor precisión las causas de dichas diferencias de rendimiento. Para ellos, se aplicarán técnicas de benchmarking, con el propósito de mostrar las mejores prácticas y adaptarlas a los módulos más desfavorecidos, para mejorar los rendimientos productivos y por ende económicos de la agricultura en la zona de estudio.



## 2.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Amores A. F. y Contreras I. 2009. New approach for the assignment of new European agricultural subsidies using scores from data envelopment analysis: Application to olive-growing farms in Andalusia (Spain). *European Journal of Operational Research*. Volumen 193 Issue 3, pages 718-729.
2. Ayaviri N. D. y Alarcón L. S. 2005. El Análisis Envolvente de Datos aplicado en la medición y evaluación de la eficiencia de los Municipios de Bolivia. Universidad Técnica de Oruro, Bolivia.
3. Ayvar Campos, F. J., Navarro Chávez J. C L. y Giménez, V. M. 2015. El bienestar social en América Latina, 1990-2014: 8 un análisis DEA a partir de las dimensiones del desarrollo humano. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, Vol. X, No. 2, Julio.
4. Banaeian, N.; Zangeneh M. y Omid M. 2010. Energy use efficiency for walnut producers using Data Envelopment Analysis (DEA). Department of agricultural machinery engineering, Faculty of agricultural Engineering and Technology, school of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
5. Banker, R. D.; Charnes, A. y Cooper W.W. 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science* 30 No. 9, pp. 1078-1092.
6. Banxia Software Ltd®; 2003. Frontier Analyst. Version 3.2.2 Professional Edition. ©Copyright 1995-2003 Banxia®.
7. Becerril, O., Rodríguez G. y Ramírez J. 2011. Eficiencia técnica del sector agropecuario de México: Una perspectiva de análisis envolvente de datos. *Economía*, XXXVI, 31 (enero-junio), pp. 85-110
8. Canales S. R.J. 2013. Análisis envolvente de datos: Estimación de la eficiencia técnica y asignativa del sector bancario nicaragüense, periodo 2008-2011. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas. UNAN-Managua. REICE Vol. 1, No. 1
9. Celso, A. y Cortés F. 2010. Análisis de la eficiencia técnica relativa de la agroindustria azucarera: el caso de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Quinta Época. Año XIV. Volumen 26. Enero-junio.
10. Charnes, A.; Cooper, W.W. y Rhodes E. 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. 2: pp. 429-444.

11. Coelli, T. 1996. A guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. CEPA Working Paper 96/08
12. Coll S. V. y Blasco B. O. 2006. Frontier Analyst Una herramienta para medir la eficiencia Eumed.net Universidad de Málaga, España.
13. Comisión Nacional de Agua. 2003. Determinación de la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero valle del yaqui, estado de sonora. Subdirección General Técnica.
14. Cooper, W.W.; Seiford, L.M. y K. Tone. 2000. Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Kluwer Academic Publishers.
15. Díez, M.F., Blanco, G.A. y Prado, R. A. 2007. La inversión en bienes de colección. Análisis de la eficiencia de los expositores en el sector de las ferias de arte. Universidad Rey Juan Carlos.
16. Elhendy A. M. and Alkahtani S.H. 2013. The resource use efficiency of conventional and organic date farms in Saudi Arabia: A date envelopment analysis approach. The Journal of Animal & Plant Sciences, 23(2): 2013, Page: 596-602
17. FAO. 2011. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid.
18. FAO. 2013. Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO Roma.
19. Farrell, M. J. 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General), Vol. 120 No. 3 (1957) 253-290.
20. García, J. y Coll, V. 2003. “Competitividad y eficiencia”, Estudios de Economía Aplicada, Vol. 21, No. 3.
21. Goñi, L. S. 1998. El análisis envolvente de datos como sistema de evaluación de la eficiencia técnica de las organizaciones del sector público: Aplicación en los equipos de atención primaria. Revista Española de Financiación y Contabilidad, Vol. XXVII No. 97, pp. 979-1004.
22. Guang Yu, Q. Huang, X. J. Zhao, W. S. Wang. 2013. "Efficiency Evaluation and Optimization of Green Mining for Coal Enterprises Based on DEA". Applied Mechanics and Materials, Vols. 295-298, pp. 2864-2868.

23. INIFAP. 2009. Seminario sobre de tecnología para la producción de trigo. Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Valle del Yaqui Cd. Obregón, Sonora, México.
24. Mahdhi, N.; Sghaier M. y Smida Z. 2013. Efficiency of the irrigation water user association in the Zeuss-Koutine region, south-eastern Tunisia. Institut des Régions Arides de Médenine (IRA) Tunisie. New Medid No 2.
25. Minjares-Lugo, J. L., Valdés, J. B., Salmón-Castelo, R. F., Oroz-Ramos, L. A. & López-Zavalar. 2010. Sustainable planning, management, and evaluation of water resources in irrigation District No. 041, Río Yaqui, Mexico. Water Technology and Sciences, formerly Hydraulic Engineering in Mexico (in Spanish). Vol. I, no. 1, January-March, pp. 137-151.
26. Navarro Chávez, J. C. L., Ayvar Campos, F. J. y Zamora Torres A. I. 2016. Desarrollo económico y migración en América Latina, 1980-2013: Un estudio a partir del Análisis Envolvente de Datos. Trace 70, cemca, julio 2016, págs. 149-164.
27. Ntontos P. N. y Karpouzios D. K. 2010. Application of data envelopment analysis and performance indicators to irrigation systems in Thessaloniki Plain (Greece). International Journal of Engineering.
28. Phadnis S. S. y Kulshrestha M. 2012. Evaluation of irrigation efficiencies for water users' associations in a major irrigation project in India by DEA. Benchmarking: An International Journal, Vol. 19 Iss: 2, pp.193- 218.
29. Pinilla, A. A., Arias S. C. y Orea S. L. 2001. Introducción al análisis empírico de la producción. Universidad de Oviedo, España.
30. Rodríguez Díaz, J. A. 2003. Estudio de la gestión del agua de riego y aplicación de las técnicas de benchmarking a las zonas regables de Andalucía. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, departamento de Agronomía. Córdoba, España.
31. Rodríguez Díaz, J. A., Camacho Poyato, E., López Luque, R. 2004. Application of Data Envelopment Analysis to Studies of Irrigation Efficiency in Andalusia. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 130:175-183
32. Visbal C. D., Mendoza M. A. y Causado R. E. 2016. Eficiencia en las instituciones de educación superior públicas colombianas: una aplicación del análisis envolvente de datos. Universidad Sergio Arboleda. <http://hdl.handle.net/11232/687>

**2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**ANEXO 2.1.**

**BASES DE DATOS (INPUTS Y OUTPUT) CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS PARA LAS CUATRO CAMPAÑAS AGRÍCOLAS.**

**Campaña Agrícola 2010-2011**

Módulo	Superficie regada (ha) Input 1	Costos de Producción (miles \$) Input 2	Volumen total para la superficie regada (Millones de m³) Input 3	Valor total de la Producción (miles \$) Output 1
MÓDULO 01	7.138,80	135.787.662	30.173,19	128.156.305,9
MÓDULO 02	7.460,00	130.942.525	43.171,18	151.417.576,1
K-63	1.011,00	18.161.687	5.936,54	21.550.644,0
K-64	2.722,80	51.970.569	16.999,12	60.259.119,9
K-66	3.168,00	54.440.652	22.298,11	61.288.940,1
K-68	4.160,00	84.583.442	26.385,75	103.791.209,5
K-70	1.813,00	27.609.039	14.393,17	29.796.449,4
K-73.8	4.203,00	77.287.341	25.612,25	92.466.338,4
K-79	7.684,90	161.503.303	57.747,08	201.104.752,3
C.M.D.	4.157,00	74.520.014	28.583,71	85.400.272,1
MÓDULO 06	10.216,00	169.903.504	78.834,02	181.794.516,0
K-91 NORTE	4.695,00	81.557.533	30.016,80	91.936.084,5
K-91 SUR	7.115,00	121.038.487	39.808,02	143.900.780,4
K-95	2.580,00	43.615.544	21.050,96	52.018.843,5
K-105	3.644,00	67.745.324	28.464,31	84.816.281,1
BACAME	4.038,00	63.176.258	24.269,35	69.207.810,9
SANTINI I	5.256,00	82.516.706	30.351,66	90.429.414,9
SANTINI II	2.636,00	41.761.452	17.219,81	48.520.860,0
MÓDULO 10	9.699,00	167.942.026	62.173,84	181.345.227,6
MÓDULO 11	8.374,80	157.203.991	50.730,14	172.475.192,8
DOS-B	5.195,70	91.845.315	29.828,10	101.647.072,4
NÁINARI	1.408,00	25.142.842	8.301,55	23.755.271,6
DOS	6.141,00	107.315.411	41.429,86	120.039.516,0
CUATRO	9.767,00	180.120.229	58.045,21	193.825.307,0
4-P-4	5.271,00	91.635.918	44.094,58	103.439.022,6
4-P-6	4.949,00	85.546.581	34.424,50	94.582.695,9
4-P-8	7.360,00	267.272.546	48.816,03	422.033.729,6
4-P-10	1.896,00	38.458.324	12.543,01	45.447.161,7
4-P-12	4.420,00	83.052.467	25.087,22	91.542.570,0
SEIS	7.984,00	149.288.043	53.849,72	176.930.677,2
OCHO	7.634,00	130.653.541	52.387,64	142.012.896,6
DIEZ	8.008,00	138.085.434	45.992,67	157.872.552,4
P10-SUR	1.382,00	30.328.686	10.013,30	37.332.161,4
DOCE	7.035,00	135.357.539	48.581,20	154.416.051,6
CATORCE	7.376,00	140.046.186	47.419,52	169.220.344,2
DICESÉIS	8.461,00	151.073.651	52.452,90	178.878.229,1
K-73.5	827,00	13.975.518	4.301,23	13.309.921,2
DIECIOCHO	2.219,00	35.312.561	12.547,65	34.673.947,5
DIECINUEVE	3.873,00	60.796.047	20.958,39	66.160.197,6
VEINTE	4.571,00	85.499.615	24.943,63	106.133.371,3
K-88.5	5.641,00	98.831.720	35.890,66	116.067.983,4
VEINTIDÓS	4.319,00	71.837.680	34.701,30	83.828.107,6
<b>Total</b>	<b>217.510,00</b>	<b>4.024.742.913</b>	<b>1.400.828,91</b>	<b>4.684.825.407,3</b>

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Campaña Agrícola 2011-2012**

Módulo	Superficie regada (ha) Input 1	Costos de Producción (miles \$) Input 2	Volumen total para la superficie regada (Millones de m³) Input 3	Valor total de la Producción (miles \$) Output 1
MÓDULO 01	7.558,80	163.795.403	30.146,33	163.217.285
MÓDULO 02	9.773,00	211.527.184	36.025,39	273.459.212
K-63	967,00	21.200.978	5.186,89	33.755.864
K-64	2.466,00	50.696.590	15.220,41	73.341.053
K-66	3.388,00	77.815.011	19.783,71	109.781.150
K-68	4.404,00	109.991.386	23.103,50	157.216.456
K-70	1.809,00	35.283.114	10.545,58	48.330.663
K-73.8	4.138,00	93.051.434	22.651,65	133.796.099
K-79	8.130,00	203.533.282	47.996,10	239.380.314
C.M.D.	4.584,00	97.083.321	27.640,34	126.983.111
MÓDULO 06	10.365,00	210.490.624	21.651,49	266.161.960
K-91 NORTE	4.683,00	83.169.652	28.107,64	97.323.094
K-91 SUR	7.562,00	138.713.065	38.130,21	192.276.743
K-95	2.565,00	50.445.551	19.666,34	69.787.354
K-105	3.468,00	73.942.293	22.784,54	104.619.055
BACAME	4.289,00	75.678.036	22.777,54	95.289.721
SANTINI I	4.930,00	85.715.684	28.879,80	116.013.178
SANTINI II	2.555,00	42.338.390	15.804,43	57.559.053
MÓDULO 10	9.621,00	179.064.207	56.324,32	248.990.556
MÓDULO 11	9.663,00	192.809.293	51.111,71	212.971.650
DOS-B	5.409,20	104.418.262	28.871,00	119.524.758
NÁINARI	1.077,00	21.625.153	8.062,88	24.273.243
DOS	6.236,00	131.488.519	41.052,77	156.286.534
CUATRO	9.234,00	213.879.693	60.042,12	248.050.408
4-P-4	5.226,00	107.369.473	39.246,26	133.229.497
4-P-6	4.680,00	101.732.022	32.341,55	143.178.997
4-P-8	5.484,00	103.585.901	43.128,55	132.628.543
4-P-10	1.731,00	37.519.484	11.904,43	50.164.515
4-P-12	4.520,00	99.630.061	23.288,92	110.938.577
SEIS	7.911,00	181.210.575	46.302,37	228.988.932
OCHO	7.327,00	154.248.218	50.758,97	181.546.660
DIEZ	7.860,00	157.016.895	43.053,76	216.682.084
P10-SUR	1.290,00	29.705.191	7.710,80	41.086.792
DOCE	6.613,00	154.676.362	42.485,84	184.696.532
CATORCE	7.531,00	167.662.957	41.247,98	231.645.047
DICESÉIS	8.749,00	195.633.605	45.334,76	230.922.955
K-73.5	802,00	16.314.162	4.483,86	18.744.836
DIECIOCHO	2.203,00	41.688.909	11.452,09	53.737.923
DIECINUEVE	3.656,00	66.371.594	18.988,89	87.629.117
VEINTE	4.513,00	96.730.759	24.735,43	135.579.525
K-88.5	5.411,00	103.120.584	31.765,91	138.024.616
VEINTIDÓS	3.975,00	76.622.088	32.969,70	109.028.605
<b>Total</b>	<b>218.357,00</b>	<b>4.558.594.965</b>	<b>1.232.766,78</b>	<b>5.796.842.266</b>

**2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Campaña Agrícola 2012-2013**

Módulo	Superficie regada (ha) Input 1	Costos de Producción (miles \$) Input 2	Volumen total para la superficie regada (Millones de m³) Input 3	Valor total de la Producción (miles \$) Output 1
MÓDULO 01	7.934,00	150.466.990	28.497,25	219.149.525
MÓDULO 02	9.072,00	180.929.672	36.659,42	278.034.635
K-63	1.029,00	24.205.178	5.118,18	40.236.355
K-64	2.615,00	65.386.324	13.864,03	101.622.185
K-66	3.225,00	79.515.212	18.743,18	128.213.997
K-68	4.038,00	99.949.500	22.190,77	150.315.304
K-70	1.869,00	37.143.572	10.576,40	61.631.351
K-73.8	4.310,00	103.300.100	23.939,44	170.446.105
K-79	7.677,00	197.330.576	47.402,07	301.591.283
C.M.D.	4.393,00	84.544.338	25.692,87	133.158.015
MÓDULO 06	10.061,00	179.486.980	71.266,50	285.818.134
K-91 NORTE	4.218,00	84.143.456	27.021,15	131.070.670
K-91 SUR	7.048,00	133.409.822	36.999,68	224.235.144
K-95	2.631,00	50.662.502	20.530,25	82.913.570
K-105	3.374,00	54.374.042	23.778,43	85.683.304
BACAME	3.937,00	69.273.146	25.429,92	111.993.752
SANTINI I	5.011,00	82.965.332	29.983,69	137.829.722
SANTINI II	2.403,00	42.023.060	15.945,34	71.059.484
MÓDULO 10	9.483,00	167.667.380	54.205,46	285.559.455
MÓDULO 11	11.752,00	220.585.478	50.457,14	363.347.604
DOS-B	4.224,00	91.169.924	33.754,53	163.790.869
NÁINARI	1.283,00	22.580.150	8.695,64	32.758.968
DOS	7.193,00	126.296.362	39.156,94	205.348.505
CUATRO	8.543,00	215.479.236	54.235,90	339.519.195
4-P-4	4.669,00	112.238.200	39.667,71	179.615.119
4-P-6	4.444,00	104.875.232	32.000,65	158.105.361
4-P-8	6.930,00	130.795.956	46.094,33	207.783.311
4-P-10	1.951,00	43.657.182	11.422,16	70.612.202
4-P-12	4.770,00	94.763.558	26.473,55	143.373.702
SEIS	7.385,00	172.327.542	51.422,93	272.144.780
OCHO	7.691,00	142.696.102	43.925,35	230.027.897
DIEZ	7.908,00	182.614.442	42.732,18	306.548.046
P10-SUR	1.196,00	30.767.316	7.100,11	46.549.447
DOCE	6.409,00	134.642.802	41.108,27	206.404.990
CATORCE	7.347,00	176.688.230	39.462,28	284.705.041
DIECIESÉIS	8.442,00	174.667.174	46.512,14	286.112.391
K-73.5	882,00	15.954.314	4.034,49	23.965.513
DIECIOCHO	2.085,00	39.801.580	12.268,08	65.061.226
DIECINUEVE	3.576,00	63.116.510	18.418,31	102.849.237
VEINTE	4.618,00	98.410.292	22.475,85	161.259.516
K-88.5	5.722,00	109.930.832	33.371,66	174.930.490
VEINTIDÓS	4.152,00	88.748.922	31.089,79	126.858.566
<b>Total</b>	<b>217.500,00</b>	<b>4.479.584.518</b>	<b>1.273.724,03</b>	<b>7.152.233.962</b>

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Campaña Agrícola 2013-2014**

Módulo	Superficie regada (ha) Input 1	Costos de Producción (miles \$) Input 2	Volumen total para la superficie regada (Millones de m³) Input 3	Valor total de la Producción (miles \$) Output 1
MÓDULO 01	7.976,80	175.695.307	27.252,71	244.918.457
MÓDULO 02	8.966,00	172.783.873	33.498,68	299.401.278
K-63	1.067,00	32.341.217	4.242,37	297.405.360
K-64	2.773,00	79.010.264	14.907,80	136.957.990
K-66	3.479,00	87.031.629	18.537,17	158.581.487
K-68	3.552,00	102.976.285	21.940,96	195.231.376
K-70	2.015,00	36.430.399	10.478,24	53.613.708
K-73.8	4.370,00	129.369.707	24.022,83	272.050.060
K-79	7.559,00	226.525.402	51.410,04	428.017.199
C.M.D.	4.473,00	112.727.619	28.607,40	206.387.629
MÓDULO 06	10.687,00	227.947.343	75.452,09	370.001.490
K-91 NORTE	4.858,00	109.838.280	30.294,48	180.696.698
K-91 SUR	7.826,00	156.247.292	37.821,21	246.859.871
K-95	2.664,00	63.644.259	18.570,75	116.256.957
K-105	3.570,00	88.240.999	22.952,21	152.991.816
BACAME	4.674,00	92.296.769	26.281,27	139.504.014
SANTINI I	5.013,00	96.864.931	28.714,10	150.662.962
SANTINI II	2.634,00	45.979.982	18.072,55	67.427.539
MÓDULO 10	9.724,00	209.315.213	51.655,15	357.718.280
MÓDULO 11	8.755,00	204.288.787	45.946,35	337.505.790
DOS-B	4.813,30	103.038.185	33.864,49	175.851.417
NÁINARI	1.423,00	30.331.249	9.099,96	46.287.035
DOS	6.848,90	162.414.007	37.914,08	283.205.999
CUATRO	9.261,00	244.900.154	58.789,42	441.892.087
4-P-4	4.598,00	113.370.163	37.107,72	198.385.910
4-P-6	4.601,00	105.034.455	33.117,39	179.043.325
4-P-8	6.276,00	142.568.374	44.546,40	232.021.130
4-P-10	2.016,00	56.481.691	14.162,39	106.460.017
4-P-12	4.496,00	108.924.606	29.107,39	179.489.869
SEIS	8.156,00	204.413.791	56.430,40	359.267.846
OCHO	7.949,00	171.412.263	47.573,31	273.319.827
DIEZ	8.345,00	211.194.593	44.892,14	390.677.642
P10-SUR	1.136,00	24.589.002	8.443,03	35.374.855
DOCE	7.130,00	164.093.375	40.723,08	273.680.630
CATORCE	6.894,00	200.126.175	42.559,19	391.367.808
DIECISÉIS	9.037,00	230.304.689	49.422,25	428.000.587
K-73.5	871,00	17.881.917	3.940,07	26.391.051
DIECIOCHO	2.118,00	47.620.163	12.985,06	82.706.870
DIECINUEVE	3.356,00	69.113.473	19.950,97	113.523.315
VEINTE	4.856,00	122.010.054	21.751,47	224.962.496
K-88.5	5.614,00	135.066.579	34.468,82	242.980.531
VEINTIDÓS	4.069,00	91.472.357	29.537,73	159.781.236
<b>Total</b>	<b>220.500,00</b>	<b>5.205.916.872</b>	<b>1.301.045,13</b>	<b>9.256.861.439</b>

**2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**ANEXO 2.2.**

**CONJUNTO DE REFERENCIA DE LOS MÓDULOS DE RIEGO INEFICIENTES PARA LAS CUATRO CAMPAÑAS AGRÍCOLAS.**

Módulos de Riego	Conjunto de Referencia Campaña Agrícola 2010-2011	
	L-Peer 1	L-Peer 2
K-73.5	K-73.5	0
K-63	K-63	0
4-P-8	4-P-8	0
P10-SUR	K-63	4-P-8
4-P-10	K-63	4-P-8
K-95	K-63	4-P-8
K-105	K-63	4-P-8
K-70	K-63	4-P-8
SANTINI II	K-63	4-P-8
VEINTE	K-63	4-P-8
K-68	K-63	4-P-8
K-64	K-63	4-P-8
K-73.8	K-63	4-P-8
K-79	K-63	4-P-8
VEINTIDÓS	K-63	4-P-8
K-66	K-63	4-P-8
CATORCE	K-63	4-P-8
K-91 SUR	K-63	4-P-8
K-88.5	K-63	4-P-8
NÁINARI	K-63	4-P-8
C.M.D.	K-63	4-P-8
SEIS	K-63	4-P-8
DICESÉIS	K-63	4-P-8
K-91 NORTE	K-63	4-P-8
BACAME	K-63	4-P-8
MÓDULO 02	K-63	4-P-8
DIECINUEVE	K-63	4-P-8
4-P-4	K-63	4-P-8
DIEZ	K-63	4-P-8
DIECIOCHO	K-63	4-P-8
DOCE	K-63	4-P-8
4-P-6	K-63	4-P-8
4-P-12	K-63	4-P-8
DOS-B	K-63	4-P-8
DOS	K-63	4-P-8
SANTINI I	K-63	4-P-8
MÓDULO 11	K-63	4-P-8
OCHO	K-63	4-P-8
MÓDULO 10	K-63	4-P-8
CUATRO	K-63	4-P-8
MÓDULO 06	K-63	4-P-8
MÓDULO 01	K-63	4-P-8



**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

<b>Módulos de Riego</b>	<b>Conjunto de Referencia Campaña Agrícola 2011-2012</b>		
	<b>L-Peer 1</b>	<b>L-Peer 2</b>	<b>L-Peer 3</b>
K-73.5	K-73.5		
K-63	K-63		
MÓDULO 06	4-P-8		
MÓDULO 02	P10-SUR		
K-73.8	4-P-10		
K-68	K-95		
CATORCE	K-105		
MÓDULO 10	K-70		
DIEZ	K-95	K-70	K-105
K-91 SUR	K-95	K-70	
VEINTIDÓS	K-63	4-P-10	
4-P-6	K-95	4-P-10	
K-64	K-63	4-P-10	
K-79	P10-SUR	K-105	
VEINTE	K-95	4-P-10	
K-105	K-63	4-P-10	
K-66	K-63	K-95	4-P-10
SEIS	K-95	K-105	
SANTINI I	K-63	4-P-10	
K-95	K-63	4-P-10	
K-88.5	K-95	4-P-10	
CUATRO	P10-SUR	K-105	
C.M.D.	K-63	4-P-10	
P10-SUR	K-63	K-95	
SANTINI II	K-63	4-P-10	
DIECINUEVE	K-63	4-P-10	
K-70	K-63	4-P-10	
4-P-8	K-63	4-P-10	
4-P-10	K-63	4-P-10	
DICESÉIS	P10-SUR	K-95	K-105
BACAME	K-63	4-P-10	
4-P-4	K-63	4-P-10	
DIECIOCHO	K-63	4-P-10	
DOCE	K-95	K-70	K-105
NÁINARI	K-63	K-73.5	
OCHO	K-95	K-70	
DOS	K-95	4-P-10	
K-91 NORTE	K-63	4-P-10	
DOS-B	K-63	4-P-10	
MÓDULO 11	K-95	K-70	K-105
4-P-12	K-63	K-95	4-P-10
MÓDULO 01	K-63	K-95	4-P-8

**2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Módulos de Riego	Conjunto de Referencia Campaña Agrícola 2012-2013		
	L-Peer 1	L-Peer 2	L-Peer 3
K-73.5	Módulo		
K-63	K-73.5		
K-66	K-63		
MÓDULO 01	4-P-8		
MÓDULO 02	P10-SUR		
MÓDULO 11	4-P-10		
K-73.8	K-95		
CATORCE	K-105		
DOS-B	K-70		
CUATRO	SANTINI II		
MÓDULO 10	VEINTE		
DIEZ	K-68		
K-64	K-73.5	K-95	K-105
P10-SUR	K-73.5	K-63	0
K-79	K-95	SANTINI II	K-68
VEINTE	P10-SUR	K-73.5	K-68
K-91 SUR	K-73.5	K-70	K-68
SANTINI II	K-73.5	K-70	0
4-P-4	K-95	K-70	SANTINI II
DICESÉIS	VEINTE	K-70	K-68
K-70	K-73.5	K-70	0
4-P-10	K-73.5	K-70	K-68
DIECIOCHO	K-73.5	K-70	0
SEIS	K-70	SANTINI II	K-68
K-68	K-73.5	K-95	K-105
DIECINUEVE	K-73.5	K-70	K-68
MÓDULO 06	VEINTE	K-70	K-68
K-95	K-73.5	K-70	
OCHO	VEINTE	K-70	K-68
DOS	VEINTE	K-70	K-68
SANTINI I	K-73.5	K-70	
K-88.5	K-73.5	K-70	K-68
BACAME	K-73.5	K-70	
4-P-8	VEINTE	K-70	
C.M.D.	K-73.5	K-70	K-68
NÁINARI	K-73.5	Módulo	
4-P-6	K-63	K-95	K-70
K-105	K-73.5	K-70	0
K-91 NORTE	K-73.5	K-70	K-68
DOCE	K-73.5	K-70	K-68
4-P-12	K-73.5	K-70	K-68
VEINTIDÓS	K-73.5	K-70	K-68

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

<b>Módulos de Riego</b>	<b>Conjunto de Referencia Campaña Agrícola 2013-2014</b>		
	<b>L-Peer 1</b>	<b>L-Peer 2</b>	<b>L-Peer 3</b>
K-63	Módulo		
K-73.5	K-73.5		
DICESÉIS	K-63		
K-79	4-P-8		
CUATRO	P10-SUR		
CATORCE		4-P-8	K-63
DIEZ		4-P-8	K-63
P10-SUR		K-73.5	
NÁINARI		K-73.5	
MÓDULO 06		P10-SUR	
SEIS		P10-SUR	
MÓDULO 10		P10-SUR	
K-70		K-73.5	
4-P-10		K-73.5	
MÓDULO 11		P10-SUR	
DIECIOCHO		K-73.5	
SANTINI II		K-73.5	
K-95		K-73.5	
K-64		K-73.5	
DIECINUEVE		K-73.5	
K-66		K-73.5	
K-68		K-73.5	
K-105		K-73.5	
VEINTIDÓS		K-73.5	
BACAME		K-73.5	
SANTINI I		K-73.5	
DOS-B		K-73.5	
4-P-6		K-73.5	
C.M.D.		K-73.5	
K-73.8		K-73.5	
4-P-12		K-73.5	
4-P-4		K-73.5	
K-91 NORTE		K-73.5	
VEINTE		K-73.5	
K-88.5		K-73.5	
MÓDULO 02		P10-SUR	
4-P-8		K-73.5	
DOS		K-73.5	
K-91 SUR		K-73.5	
DOCE		K-73.5	
OCHO		K-73.5	
MÓDULO 01		K-73.5	

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

### ANEXO 2.3. ANÁLISIS DE HOLGURAS EN LAS VARIABLES CONSIDERADAS DEL MODELO DEA-BCC.

Módulos de Riego	Movimiento Holgura 2010-2011		Módulos de Riego	Movimiento Holgura 2011-2012		
	S <sub>1</sub> - superficie	S <sub>2</sub> - volumen		S <sub>1</sub> - superficie	S <sub>2</sub> - Costos	S <sub>2</sub> - volumen
K-73.5	0.0000	0.0000	K-73.5	0.0000	0.0000	0.0000
K-63	0.0000	0.0000	K-63	0.0000	0.0000	0.0000
4-P-8	0.0000	0.0000	MÓDULO 06	0.0000	0.0000	0.0000
P10-SUR	0.0013	0.0204	MÓDULO 02	0.0000	0.0000	0.0000
4-P-10	0.0233	0.0289	K-73.8	0.0000	0.0000	0.0000
K-95	0.0687	0.1105	K-68	0.0000	0.0000	0.0000
K-105	0.1057	0.1453	CATORCE	0.0000	0.0000	0.0000
K-70	0.0380	0.0675	MÓDULO 10	0.0000	0.0000	0.0000
SANTINI II	0.0751	0.0708	DIEZ	0.0235	0.0000	0.0000
VEINTE	0.1402	0.0717	K-91 SUR	0.1001	0.0000	0.0282
K-68	0.1071	0.0873	VEINTIDÓS	0.0532	0.0000	0.2341
K-64	0.0576	0.0474	4-P-6	0.0336	0.0000	0.1483
K-73.8	0.1225	0.0902	K-64	0.0186	0.0000	0.0467
K-79	0.2272	0.2698	K-79	0.0000	0.1082	0.1104
VEINTIDÓS	0.1393	0.1888	VEINTE	0.0235	0.0000	0.0240
K-66	0.0836	0.0935	K-105	0.0162	0.0000	0.0776
CATORCE	0.2391	0.1967	K-66	0.0000	0.0000	0.0232
K-91 SUR	0.2536	0.1518	SEIS	0.0000	0.0203	0.0470
K-88.5	0.1843	0.1508	SANTINI I	0.1006	0.0000	0.1249
NÁINARI	0.0047	0.0035	K-95	0.0275	0.0000	0.1145
C.M.D.	0.1180	0.1196	K-88.5	0.0827	0.0000	0.1145
SEIS	0.2610	0.2390	CUATRO	0.0000	0.0465	0.2580
DICESÉIS	0.2930	0.2220	C.M.D.	0.0232	0.0000	0.0606
K-91 NORTE	0.1409	0.1183	P10-SUR	0.0000	0.0023	0.0125
BACAME	0.1262	0.0929	SANTINI II	0.0569	0.0000	0.0825
MÓDULO 02	0.2513	0.1621	DIECINUEVE	0.0603	0.0000	0.0424
DIECINUEVE	0.1181	0.0649	K-70	0.0188	0.0000	0.0289
4-P-4	0.1630	0.2352	4-P-8	0.0753	0.0000	0.2656
DIEZ	0.2739	0.1745	4-P-10	0.0034	0.0000	0.0402
DIECIOCHO	0.0426	0.0255	DICESÉIS	0.0000	0.0025	0.0000
DOCE	0.2077	0.2032	BACAME	0.0761	0.0000	0.0625
4-P-6	0.1478	0.1501	4-P-4	0.0376	0.0000	0.1884
4-P-12	0.1138	0.0660	DIECIOCHO	0.0269	0.0000	0.0182
DOS-B	0.1532	0.0960	DOCE	0.0000	0.0000	0.0971
DOS	0.1931	0.1799	NÁINARI	0.0038	0.0000	0.0335
SANTINI I	0.1745	0.1158	OCHO	0.0297	0.0000	0.1717
MÓDULO 11	0.2511	0.1783	DOS	0.0763	0.0000	0.1840
OCHO	0.2465	0.2346	K-91 NORTE	0.0755	0.0000	0.1051
MÓDULO 10	0.3176	0.2597	DOS-B	0.0582	0.0000	0.0455
CUATRO	0.2989	0.2030	MÓDULO 11	0.0413	0.0000	0.0000
MÓDULO 06	0.3459	0.4006	4-P-12	0.0156	0.0000	0.0000
MÓDULO 01	0.1703	0.0180	MÓDULO 01	0.0426	0.0000	0.0000

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Módulos de	Movimiento Holgura 2012-2013			Módulos de	Movimiento Holgura 2013-2014		
Riego	S <sub>1</sub> - superficie	S <sub>2</sub> - Costos	S <sub>2</sub> - volumen	Riego	S <sub>1</sub> - superficie	S <sub>2</sub> - Costos	S <sub>2</sub> - volumen
K-73.5	0.0000	0.0000	0.0000	K-63	0.0000	0.0000	0.0000
K-63	0.0000	0.0000	0.0000	K-73.5	0.0000	0.0000	0.0000
K-66	0.0000	0.0000	0.0000	DICESÉIS	0.0000	0.0000	0.0000
MÓDULO 01	0.0000	0.0000	0.0000	K-79	0.0000	0.0000	0.0000
MÓDULO 02	0.0000	0.0000	0.0000	CUATRO	0.0000	0.0000	0.0000
MÓDULO 11	0.0000	0.0000	0.0000	CATORCE	0.0000	0.0172	0.0000
K-73.8	0.0000	0.0000	0.0000	DIEZ	0.0285	0.0000	0.0000
CATORCE	0.0000	0.0000	0.0000	P10-SUR	0.0000	0.0026	0.0341
DOS-B	0.0000	0.0000	0.0000	NÁINARI	0.0003	0.0000	0.0228
CUATRO	0.0000	0.0000	0.0000	MÓDULO 06	0.1253	0.0000	0.1909
MÓDULO 10	0.0000	0.0000	0.0000	SEIS	0.0324	0.0000	0.0855
DIEZ	0.0000	0.0000	0.0000	MÓDULO 10	0.1064	0.0000	0.0380
K-64	0.0000	0.0132	0.0000	K-70	0.0167	0.0000	0.0211
P10-SUR	0.0000	0.0107	0.0133	4-P-10	0.0000	0.0158	0.0331
K-79	0.0000	0.0280	0.0000	MÓDULO 11	0.0536	0.0000	0.0154
VEINTE	0.0261	0.0000	0.0000	DIECIOCHO	0.0016	0.0000	0.0224
K-91 SUR	0.0952	0.0000	0.0000	SANTINI II	0.0233	0.0000	0.0517
SANTINI II	0.0437	0.0000	0.0458	K-95	0.0012	0.0000	0.0341
4-P-4	0.0000	0.0000	0.1784	K-64	0.0000	0.0135	0.0139
DICESÉIS	0.0170	0.0000	0.0000	DIECINUEVE	0.0150	0.0000	0.0327
K-70	0.0187	0.0000	0.0016	K-66	0.0028	0.0000	0.0162
4-P-10	0.0032	0.0000	0.0000	K-68	0.0000	0.0078	0.0266
DIECIOCHO	0.0257	0.0000	0.0103	K-105	0.0032	0.0000	0.0308
SEIS	0.0000	0.0000	0.0871	VEINTIDÓS	0.0135	0.0000	0.0528
K-68	0.0000	0.0138	0.0000	BACAME	0.0242	0.0000	0.0364
DIECINUEVE	0.0614	0.0000	0.0000	SANTINI I	0.0288	0.0000	0.0422
MÓDULO 06	0.0000	0.0000	0.1812	DOS-B	0.0214	0.0000	0.0582
K-95	0.0277	0.0000	0.0585	4-P-6	0.0148	0.0000	0.0543
OCHO	0.0626	0.0000	0.0000	C.M.D.	0.0084	0.0000	0.0376
DOS	0.1180	0.0000	0.0000	K-73.8	0.0000	0.0002	0.0206
SANTINI I	0.0939	0.0000	0.0018	4-P-12	0.0088	0.0000	0.0378
K-88.5	0.0618	0.0000	0.0000	4-P-4	0.0095	0.0000	0.0626
BACAME	0.0597	0.0000	0.0198	K-91 NORTE	0.0161	0.0000	0.0410
4-P-8	0.0145	0.0000	0.0102	VEINTE	0.0111	0.0000	0.0121
C.M.D.	0.0465	0.0000	0.0000	K-88.5	0.0183	0.0000	0.0441
NÁINARI	0.0169	0.0000	0.0455	MÓDULO 02	0.0609	0.0000	0.0244
4-P-6	0.0000	0.0000	0.0602	4-P-8	0.0234	0.0000	0.0642
K-105	0.0703	0.0000	0.0801	DOS	0.0257	0.0000	0.0417
K-91 NORTE	0.0313	0.0000	0.0000	K-91 SUR	0.0425	0.0000	0.0396
DOCE	0.0274	0.0000	0.0000	DOCE	0.0281	0.0000	0.0463
4-P-12	0.0430	0.0000	0.0000	OCHO	0.0365	0.0000	0.0584
VEINTIDÓS	0.0056	0.0000	0.0000	MÓDULO 01	0.0292	0.0000	0.0053

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

### ANEXO 2.4.

#### VALORES OBSERVADOS, VALORES OBJETIVOS Y MEJORA POTENCIAL PARA CAMPAÑAS AGRÍCOLAS ESTUDIADAS.

Ciclo Agrícola 2010-2011															
INPUTS												OUTPUT			
Módulos de Riego	Valor Observado Superficie regada	Valor Objetivo Superficie regada	%	Mejora Potencial	Valor Observado Costos de producción	Valor Objetivo Costos de producción	%	Mejora Potencial	Valor Observado Volumen total para superficie	Valor Objetivo Volumen total para superficie	%	Mejora Potencial	Valor Observado total de la producción	Valor Objetivo total de la producción	% Mejora Potencial
K-73.5	827	827	1.0000	0.0000	13975518	13975518	1.0000	0.0000	4301.23	4301.23	1.0000	0.0000	13309921.2	13309921.2	1.0000 0.0000
K-63	1011	1011	1.0000	0.0000	18161687	18161687	1.0000	0.0000	5936.54	5936.54	1.0000	0.0000	21550644	21550644	1.0000 0.0000
4-P-8	7360	7360	1.0000	0.0000	267272546	267272546	1.0000	0.0000	48816.03	48816.03	1.0000	0.0000	422033729.6	422033730	1.0000 0.0000
P10-SUR	1382	1261.19	0.9126	0.0874	30328686	27978199.9	0.9225	0.0775	10013.3	7626.26	0.7616	0.2384	37332161.4	37332161.4	1.0000 0.0000
4-P-10	1896	1389.84	0.7330	0.2670	38458324	33025940.4	0.8587	0.1413	12543.01	8495.13	0.6773	0.3227	45447161.7	45447161.7	1.0000 0.0000
K-95	2580	1494.02	0.5791	0.4209	43615544	37113696.8	0.8509	0.1491	21050.96	9198.75	0.4370	0.5630	52018843.5	52018843.5	1.0000 0.0000
K-105	3644	2013.97	0.5527	0.4473	67745324	57514553	0.8490	0.1510	28464.31	12710.35	0.4465	0.5535	84816281.1	84816281.1	1.0000 0.0000
K-70	1813	1141.72	0.6297	0.3703	27609039	23290791.7	0.8436	0.1564	14393.17	6819.41	0.4738	0.5262	29796449.4	29796449.4	1.0000 0.0000
SANTINI II	2636	1438.57	0.5457	0.4543	41761452	34937860.4	0.8366	0.1634	17219.81	8824.23	0.5124	0.4876	48520860	48520860	1.0000 0.0000
VEINTE	4571	2351.92	0.5145	0.4855	85499615	70774335.6	0.8278	0.1722	24943.63	14992.76	0.6011	0.3989	106133371.3	106133371	1.0000 0.0000
K-68	4160	2314.79	0.5564	0.4436	84583442	69317450.3	0.8195	0.1805	26385.75	14741.99	0.5587	0.4413	103791209.5	103791210	1.0000 0.0000
K-64	2722.8	1624.66	0.5967	0.4033	51970569	42239362.3	0.8128	0.1872	16999.12	10081.03	0.5930	0.4070	60259119.9	60259119.9	1.0000 0.0000
K-73.8	4203	2135.25	0.5080	0.4920	77287341	62273086.9	0.8057	0.1943	25612.25	13529.44	0.5282	0.4718	92466338.4	92466338.4	1.0000 0.0000
K-79	7684.9	3857.53	0.5020	0.4980	161503303	129848996	0.8040	0.1960	57747.08	25161.29	0.4357	0.5643	201104752.3	201104752	1.0000 0.0000
VEINTIDÓS	4319	1998.31	0.4627	0.5373	71837680	56998883.5	0.7921	0.2079	34701.3	12604.55	0.3632	0.6368	83828107.6	83828107.6	1.0000 0.0000
K-66	3168	1640.99	0.5180	0.4820	54440652	42879937.1	0.7876	0.2124	22298.11	10191.3	0.4570	0.5430	61288940.1	61288940.1	1.0000 0.0000
CATORCE	7376	3352.06	0.4545	0.5455	140046186	110016068	0.7856	0.2144	47419.52	21747.45	0.4586	0.5414	169220344.2	169220344	1.0000 0.0000
K-91 SUR	7115	2950.66	0.4147	0.5853	121038487	94266642.9	0.7788	0.2212	39808.02	19036.5	0.4782	0.5218	143900780.4	143900780	1.0000 0.0000
K-88.5	5641	2509.42	0.4449	0.5551	98831720	76953921.8	0.7786	0.2214	35890.66	16056.46	0.4474	0.5526	116067983.4	116067983	1.0000 0.0000
NÁINARI	1408	1045.95	0.7429	0.2571	25142842	19533022.5	0.7769	0.2231	8301.55	6172.59	0.7435	0.2565	23755271.6	23755271.6	1.0000 0.0000
C.M.D.	4157	2023.23	0.4867	0.5133	74520014	57877810.5	0.7767	0.2233	28583.71	12772.88	0.4469	0.5531	85400272.1	85400272.1	1.0000 0.0000
SEIS	7984	3474.29	0.4352	0.5648	149288043	114812095	0.7691	0.2309	53849.72	22572.99	0.4192	0.5808	176930677.2	176930677	1.0000 0.0000
DIECISÉIS	8461	3505.17	0.4143	0.5857	151073651	116023523	0.7680	0.2320	52452.9	22781.51	0.4343	0.5657	178878229.1	178878229	1.0000 0.0000
K-91 NORTE	4695	2126.85	0.4530	0.5470	81557533	61943255.3	0.7595	0.2405	30016.8	13472.67	0.4488	0.5512	91936084.5	91936084.5	1.0000 0.0000
BACAME	4038	1766.53	0.4375	0.5625	63176258	47805680	0.7567	0.2433	24269.35	11039.17	0.4549	0.5451	69207810.9	69207810.9	1.0000 0.0000
MÓDULO 02	7460	3069.83	0.4115	0.5885	130942525	98942284.7	0.7556	0.2444	43171.18	19841.32	0.4596	0.5404	151417576.1	151417576	1.0000 0.0000
DIECINUEVE	3873	1718.21	0.4436	0.5564	60796047	45909985.5	0.7551	0.2449	20958.39	10712.86	0.5111	0.4889	66160197.6	66160197.6	1.0000 0.0000
4-P-4	5271	2309.21	0.4381	0.5619	91635918	69098380.5	0.7541	0.2459	44094.58	14704.28	0.3335	0.6665	103439022	103439022	1.0000 0.0000
DIEZ	8008	3172.16	0.3961	0.6039	138085434	102957447	0.7456	0.2544	45992.67	20532.45	0.4464	0.5536	157872552.4	157872552	1.0000 0.0000
DIECIOCHO	2219	1219.05	0.5494	0.4506	35312561	26324721.9	0.7455	0.2545	12547.65	7341.64	0.5851	0.4149	34673947.5	34673947.5	1.0000 0.0000
DOCE	7035	3117.36	0.4431	0.5569	135357539	100807414	0.7447	0.2553	48581.2	20162.36	0.4150	0.5850	154416051.6	154416052	1.0000 0.0000
4-P-6	4949	2168.8	0.4382	0.5618	85546581	63589516.1	0.7433	0.2567	34424.5	13756.04	0.3996	0.6004	94582695.9	94582695.9	1.0000 0.0000
4-P-12	4420	2120.61	0.4798	0.5202	83052467	61698479	0.7429	0.2571	25087.22	13430.53	0.5354	0.4646	91542570	91542570	1.0000 0.0000
DOS-8	5195.7	2280.8	0.4390	0.5610	91845315	67983741.4	0.7402	0.2598	29828.1	14512.42	0.4865	0.5135	101647072.4	101647072	1.0000 0.0000
DOS	6141	2572.38	0.4189	0.5811	107315411	79424318	0.7401	0.2599	41429.86	16481.69	0.3978	0.6022	120039516	120039516	1.0000 0.0000
SANTINI I	5256	2102.96	0.4001	0.5999	82516706	61006067.7	0.7393	0.2607	30351.66	13311.35	0.4386	0.5614	90429414.9	90429414.9	1.0000 0.0000
MÓDULO 11	8374.8	3403.66	0.4064	0.5936	157203991	112040668	0.7127	0.2873	50730.14	22095.94	0.4356	0.5644	172475192.8	172475193	1.0000 0.0000
OCHO	7634	2920.73	0.3826	0.6174	130653541	93092330.3	0.7125	0.2875	52387.64	18834.36	0.3595	0.6405	142012896.6	142012897	1.0000 0.0000
MÓDULO 10	9699	3544.28	0.3654	0.6346	167942026	117558060	0.7000	0.3000	62173.84	23045.65	0.3707	0.6293	181345227.6	181345228	1.0000 0.0000
CUATRO	9767	3742.13	0.3831	0.6169	180120229	125320992	0.6958	0.3042	58045.21	24381.89	0.4200	0.5800	193825307	193825307	1.0000 0.0000
MÓDULO 06	10216	3551.4	0.3476	0.6524	169903504	117837529	0.6936	0.3064	78834.02	23093.76	0.2929	0.7071	181794516	181794516	1.0000 0.0000
MÓDULO 01	7138.8	2701.06	0.3784	0.6216	135787662	84473171.7	0.6221	0.3779	30173.19	17350.75	0.5750	0.4250	128156305.9	128156306	1.0000 0.0000

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Ciclo Agrícola 2011-2012															
INPUTS												OUTPUT			
Módulos de	Valor Observado	Valor Objetivo			Valor Observado	Valor Objetivo			Valor Observado	Valor Objetivo			Valor Observado	Valor Objetivo	
Riego	Superficie	Superficie	%	Mejora	Costos de	Costos de	%	Mejora	Volumen total	Volumen total	%	Mejora	total de la	total de la	%
	regada	regada		Potencial	producción	producción		Potencial	para superficie	para superficie		Potencial	producción	producción	Potencial
K-73.5	802	802	1.0000	0.0000	16314162	16314162	1.0000	0.0000	4483.86	4483.86	1.0000	0.0000	18744836	18744836	1.0000
K-63	967	967	1.0000	0.0000	21200978	21200978	1.0000	0.0000	5186.89	5186.89	1.0000	0.0000	33755864	33755864	1.0000
MÓDULO 06	10365	10365	1.0000	0.0000	210490624	210490624	1.0000	0.0000	21651.49	21651.49	1.0000	0.0000	266161960	266161960	1.0000
MÓDULO 02	9773	9773	1.0000	0.0000	211527184	211527184	1.0000	0.0000	36025.39	36025.39	1.0000	0.0000	273459212	273459212	1.0000
K-73.8	4138	4138	1.0000	0.0000	93051434	93051434	1.0000	0.0000	22651.65	22651.65	1.0000	0.0000	133796099	133796099	1.0000
K-68	4404	4404	1.0000	0.0000	109991386	109991386	1.0000	0.0000	23103.5	23103.5	1.0000	0.0000	157216456	157216456	1.0000
CATORCE	7531	7531	1.0000	0.0000	167662957	167662957	1.0000	0.0000	41247.98	41247.98	1.0000	0.0000	231645047	231645047	1.0000
MÓDULO 10	9621	9621	1.0000	0.0000	179064207	179064207	1.0000	0.0000	56324.32	56324.32	1.0000	0.0000	248990556	248990556	1.0000
DIEZ	7860	7522.13	0.9570	0.0430	157016895	155140412	0.9880	0.0120	43053.76	42539.23	0.9880	0.0120	216682084	216682084	1.0000
K-91 SUR	7562	6397.04	0.8459	0.1541	138713065	136379146	0.9832	0.0168	38130.21	35794.79	0.9388	0.0612	192276743	192276743	1.0000
VEINTIDÓS	3975	3352.94	0.8435	0.1565	76622088	75263033.8	0.9823	0.0177	32969.7	18327.81	0.5559	0.4441	109028605	109028605	1.0000
4-P-6	4680	4244.57	0.9070	0.0930	101732022	99838087.2	0.9814	0.0186	32341.55	22832.67	0.7060	0.2940	143178997	143178997	1.0000
K-64	2466	2221.74	0.9009	0.0991	50696590	49631677.7	0.9790	0.0210	15220.41	12097.57	0.7948	0.2052	73341053	73341053	1.0000
K-79	8130	7945.75	0.9773	0.0227	203533282	175777468	0.8636	0.1364	47996.1	40281.85	0.8393	0.1607	239380314	239380314	1.0000
VEINTE	4513	4158.26	0.9214	0.0786	96730759	94341386.6	0.9753	0.0247	24735.43	22686.06	0.9171	0.0829	135579525	135579525	1.0000
K-105	3468	3213.17	0.9265	0.0735	73942293	72096026.3	0.9750	0.0250	22784.54	17558	0.7706	0.2294	104619055	104619055	1.0000
K-66	3388	3301.24	0.9744	0.0256	77815011	75822409.9	0.9744	0.0256	19783.71	17882.4	0.9039	0.0961	109781150	109781150	1.0000
SEIS	7911	7419.41	0.9379	0.0621	181210575	165604846	0.9139	0.0861	46302.37	40600.46	0.8769	0.1231	228988932	228988932	1.0000
SANTINI I	4930	3574.33	0.7250	0.2750	85715684	80279463	0.9366	0.0634	28879.8	19547.15	0.6768	0.3232	116013178	116013178	1.0000
K-95	2565	2109.1	0.8223	0.1777	50445551	47079355.7	0.9333	0.0667	19666.34	11477.17	0.5836	0.4164	69787354	69787354	1.0000
K-88.5	5411	4186.03	0.7736	0.2264	103120584	96109921.8	0.9320	0.0680	31765.91	22733.23	0.7156	0.2844	138024616	138024616	1.0000
CUATRO	9234	8410.63	0.9108	0.0892	213879693	184872639	0.8644	0.1356	60042.12	39198.95	0.6529	0.3471	248050408	248050408	1.0000
C.M.D.	4584	3922.05	0.8556	0.1444	97083321	88158239.8	0.9081	0.0919	27640.34	21462.26	0.7765	0.2235	126983111	126983111	1.0000
P10-SUR	1290	1171.08	0.9078	0.0922	29705191	26473236	0.8912	0.1088	7710.8	6250.75	0.8106	0.1894	41086792	41086792	1.0000
SANTINI II	2555	1721.5	0.6738	0.3262	42338390	38296799.3	0.9045	0.0955	15804.43	9342.39	0.5911	0.4089	57559053	57559053	1.0000
DIECINUEVE	3656	2674.63	0.7316	0.2684	66371594	59893588	0.9024	0.0976	18988.89	14591.94	0.7684	0.2316	87629117	87629117	1.0000
K-70	1809	1428.98	0.7899	0.2101	35283114	31668825.8	0.8976	0.1024	10545.58	7731.32	0.7331	0.2669	48330663	48330663	1.0000
4-P-8	5484	4100.99	0.7478	0.2522	103585901	92212877.1	0.8902	0.1098	43128.55	22447.82	0.5205	0.4795	132628543	132628543	1.0000
4-P-10	1731	1487.11	0.8591	0.1409	37519484	32985926.9	0.8792	0.1208	11904.43	8051.47	0.6763	0.3237	50164515	50164515	1.0000
DIECISÉIS	8749	7560.35	0.8641	0.1359	195633605	168513690	0.8614	0.1386	45334.76	39175.54	0.8641	0.1359	230922955	230922955	1.0000
BACAME	4289	2917.45	0.6802	0.3198	75678036	65395553.2	0.8641	0.1359	22777.54	15929.31	0.6993	0.3007	95289721	95289721	1.0000
4-P-4	5226	4120.04	0.7884	0.2116	107369473	92644491.6	0.8629	0.1371	39246.26	22552.73	0.5746	0.4254	133229497	133229497	1.0000
DIECIOCHO	2203	1600.38	0.7265	0.2735	41688909	35552404.2	0.8528	0.1472	11452.09	8675.31	0.7575	0.2425	53737923	53737923	1.0000
DOCE	6613	5609.64	0.8483	0.1517	154676362	131207984	0.8483	0.1517	42485.84	30209.96	0.7111	0.2889	184696532	184696532	1.0000
NÁINARI	1077	862.77	0.8011	0.1989	21625153	18113926	0.8376	0.1624	8062.88	4742.78	0.5882	0.4118	24273243	24273243	1.0000
OCHO	7327	5787.08	0.7898	0.2102	154248218	128303261	0.8318	0.1682	50758.97	31910.66	0.6287	0.3713	181546660	181546660	1.0000
DOS	6236	4393.44	0.7045	0.2955	131488519	109318773	0.8314	0.1686	41052.77	23085.56	0.5623	0.4377	156286534	156286534	1.0000
K-91 NORTE	4683	2981.91	0.6368	0.3632	83169652	66855953.3	0.8039	0.1961	28107.64	16284.29	0.5794	0.4206	97323094	97323094	1.0000
DOS-8	5409.2	3685.64	0.6814	0.3186	104418262	82801534.5	0.7930	0.2070	28871	20160.2	0.6983	0.3017	119524758	119524758	1.0000
MÓDULO 11	9663	7214.35	0.7466	0.2534	192809293	152492878	0.7909	0.2091	51111.71	40424.25	0.7909	0.2091	212971650	212971650	1.0000
4-P-12	4520	3316.31	0.7337	0.2663	99630061	76659098	0.7694	0.2306	23288.92	17919.37	0.7694	0.2306	110938577	110938577	1.0000
MÓDULO 01	7558.8	4973.97	0.6580	0.3420	163795403	117354706	0.7165	0.2835	30146.33	21598.98	0.7165	0.2835	163217285	163217285	1.0000

## 2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

Ciclo Agrícola 2012-2013																
INPUTs													OUTPUT			
Módulos de	Valor Observado	Valor Objetivo			Valor Observado	Valor Objetivo			Valor Observado	Valor Objetivo			Valor Observado	Valor Objetivo		
Riego	Superficie	Superficie	%	Mejora	Costos de	Costos de	%	Mejora	Volumen total	Volumen total	%	Mejora	total de la	total de la	%	Mejora
	regada	regada		Potencial	producción	producción		Potencial	para superficie	para superficie		Potencial	producción	producción		Potencial
K-73.5	882	882	1.0000	0.0000	23965513	23965513	1.0000	0.0000	4034.49	4034.49	1.0000	0.0000	15954314	15954314	1.0000	0.0000
K-63	1029	1029	1.0000	0.0000	40236355	40236355	1.0000	0.0000	5118.18	5118.18	1.0000	0.0000	24205178	24205178	1.0000	0.0000
K-66	3225	3225	1.0000	0.0000	128213997	128213997	1.0000	0.0000	18743.18	18743.18	1.0000	0.0000	79515212	79515212	1.0000	0.0000
MÓDULO 01	7934	7934	1.0000	0.0000	219149525	219149525	1.0000	0.0000	28497.25	28497.25	1.0000	0.0000	150466990	150466990	1.0000	0.0000
MÓDULO 02	9072	9072	1.0000	0.0000	278034635	278034635	1.0000	0.0000	36659.42	36659.42	1.0000	0.0000	180929672	180929672	1.0000	0.0000
MÓDULO 11	11752	11752	1.0000	0.0000	363347604	363347604	1.0000	0.0000	50457.14	50457.14	1.0000	0.0000	220585478	220585478	1.0000	0.0000
K-73.8	4310	4310	1.0000	0.0000	170446105	170446105	1.0000	0.0000	23939.44	23939.44	1.0000	0.0000	103300100	103300100	1.0000	0.0000
CATORCE	7347	7347	1.0000	0.0000	284705041	284705041	1.0000	0.0000	39462.28	39462.28	1.0000	0.0000	176688230	176688230	1.0000	0.0000
DOS-8	4224	4224	1.0000	0.0000	163790869	163790869	1.0000	0.0000	33754.53	33754.53	1.0000	0.0000	91169924	91169924	1.0000	0.0000
CUATRO	8543	8543	1.0000	0.0000	339519195	339519195	1.0000	0.0000	54235.9	54235.9	1.0000	0.0000	215479236	215479236	1.0000	0.0000
MÓDULO 10	9483	9483	1.0000	0.0000	285559455	285559455	1.0000	0.0000	54205.46	54205.46	1.0000	0.0000	167667380	167667380	1.0000	0.0000
DIEZ	7908	7908	1.0000	0.0000	306548046	306548046	1.0000	0.0000	42732.18	42732.18	1.0000	0.0000	182614442	182614442	1.0000	0.0000
K-64	2615	2604.71	0.9961	0.0039	101622185	101622185	1.0000	0.0000	13864.03	13809.45	0.9961	0.0039	65386324	62222736.9	0.9516	0.0484
P10-SUR	1196	1186.58	0.9921	0.0079	46549447	46549447	1.0000	0.0000	7100.11	6095.88	0.8586	0.1414	30767316	28174110.6	0.9157	0.0843
K-79	7677	7608.99	0.9911	0.0089	301591283	301591283	1.0000	0.0000	47402.07	46982.13	0.9911	0.0089	197330576	189415993	0.9599	0.0401
VEINTE	4618	4238.25	0.9178	0.0822	161259516	161259516	1.0000	0.0000	22475.86	22122.07	0.9843	0.0157	98410292	96861225.7	0.9843	0.0157
K-91 SUR	7048	5783.41	0.8206	0.1794	224235144	224235144	1.0000	0.0000	36999.68	36236.52	0.9794	0.0206	133409822	130658097	0.9794	0.0206
SANTINI II	2403	1826.06	0.7599	0.2401	71059484	71059484	1.0000	0.0000	15945.34	12262.09	0.7690	0.2310	40203060	40910864.7	0.9735	0.0265
4-P-4	4669	4541.71	0.9727	0.0273	179615119	179615119	1.0000	0.0000	39667.71	25875.65	0.6523	0.3477	112238200	109178214	0.9727	0.0273
DIECISÉIS	8442	7973.53	0.9445	0.0555	286112391	286112391	1.0000	0.0000	46512.14	45030.53	0.9681	0.0319	174667174	169103285	0.9681	0.0319
K-70	1869	1582.25	0.8466	0.1534	61631351	61631351	1.0000	0.0000	10576.4	10076.92	0.9528	0.0472	37143572	35800954	0.9639	0.0361
4-P-10	1951	1814.08	0.9298	0.0702	70612202	70612202	1.0000	0.0000	11422.16	10841.34	0.9491	0.0509	43657182	41437201.9	0.9491	0.0509
DIECIOCHO	2085	1670.95	0.8014	0.1986	65061226	65061226	1.0000	0.0000	12268.08	10871.86	0.8862	0.1138	39801580	37659896.3	0.9462	0.0538
SEIS	7385	6978.54	0.9450	0.0550	272144780	272144780	1.0000	0.0000	51422.93	42387.97	0.8243	0.1757	172327542	162842956	0.9450	0.0550
K-68	4038	3813.92	0.9445	0.0555	150315304	150315304	1.0000	0.0000	22190.77	20959.36	0.9445	0.0555	99949500	91353618.6	0.9140	0.0860
DIECINUEVE	3576	2647.39	0.7403	0.2597	102849237	102849237	1.0000	0.0000	18418.31	17353.91	0.9422	0.0578	63116510	59468981.1	0.9422	0.0578
MÓDULO 06	10061	9410.89	0.9354	0.0646	285818134	285818134	1.0000	0.0000	71266.5	53745.51	0.7541	0.2459	179486980	167889013	0.9354	0.0646
K-95	2631	2132.59	0.8106	0.1894	82913570	82913570	1.0000	0.0000	20530.25	15009.52	0.7311	0.2689	50662502	47335606.6	0.9343	0.0657
OCHO	7691	6445.07	0.8380	0.1620	230027897	230027897	1.0000	0.0000	43925.35	41013.12	0.9337	0.0663	142696102	133235408	0.9337	0.0663
DOS	7193	5320.65	0.7397	0.2603	205348505	205348505	1.0000	0.0000	39156.94	36514.32	0.9325	0.0675	126296362	117772890	0.9325	0.0675
SANTINI I	5011	3552.67	0.7090	0.2910	137829722	137829722	1.0000	0.0000	29983.69	27737.49	0.9251	0.0749	82965332	77099360.7	0.9293	0.0707
K-88.5	5722	4510.24	0.7882	0.2118	174930490	174930490	1.0000	0.0000	33371.66	30536.83	0.9151	0.0849	109930832	100592529	0.9151	0.0849
BACAME	3937	2884.58	0.7327	0.2673	111993752	111993752	1.0000	0.0000	25429.92	21749.46	0.8553	0.1447	69273146	63096641.4	0.9108	0.0892
4-P-8	6930	6123.97	0.8837	0.1163	207783311	207783311	1.0000	0.0000	46094.33	41143.02	0.8926	0.1074	130795956	118806854	0.9083	0.0917
C.M.D.	4393	3430.8	0.7810	0.2190	133158015	133158015	1.0000	0.0000	25692.87	23262.58	0.9054	0.0946	84544338	76547298.7	0.9054	0.0946
NÁINARI	1283	961.45	0.7494	0.2506	32758968	32758968	1.0000	0.0000	8695.64	4620.16	0.5313	0.4687	22580150	20413431.8	0.9040	0.0960
4-P-6	4444	4010.29	0.9024	0.0976	158105361	158105361	1.0000	0.0000	32000.65	24590.4	0.7684	0.2316	104875232	94639898.2	0.9024	0.0976
K-105	3374	2204.21	0.6533	0.3467	85683304	85683304	1.0000	0.0000	23778.43	15651.46	0.6582	0.3418	54374042	48836762.1	0.8982	0.1018
K-91 NORTE	4218	3377.2	0.8007	0.1993	131070670	131070670	1.0000	0.0000	27021.15	23991.22	0.8879	0.1121	84143456	74708314.9	0.8879	0.1121
DOCE	6409	5323.63	0.8306	0.1694	206404990	206404990	1.0000	0.0000	41108.27	36209.59	0.8808	0.1192	134642802	118598053	0.8808	0.1192
4-P-12	4770	3694.24	0.7745	0.2255	143373702	143373702	1.0000	0.0000	26473.55	23309.74	0.8805	0.1195	94763558	83438516.2	0.8805	0.1195
VEINTIDÓS	4152	3268.9	0.7873	0.2127	126858566	126858566	1.0000	0.0000	31089.79	24971.44	0.8032	0.1968	88748922	71283466.3	0.8032	0.1968



**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**ANEXO 2.5. ANÁLISIS DEL RESUMEN DE MEJORA**

Ciclo Agrícola 2010-2011				Ciclo Agrícola 2011-2012			
Módulos de	Superficie	Costos	Volumen total	Módulos de	Superficie	Costos	Volumen total
Riego	Mejora	Mejora	Mejora	Riego	Mejora	Mejora	Mejora
	Potencial	Potencial	Potencial		Potencial	Potencial	Potencial
K-73.5	0.0000	0.0000	0.0000	K-73.5	0.0000	0.0000	0.0000
K-63	0.0000	0.0000	0.0000	K-63	0.0000	0.0000	0.0000
4-P-8	0.0000	0.0000	0.0000	MÓDULO 06	0.0000	0.0000	0.0000
P10-SUR	0.0874	0.0775	0.2384	MÓDULO 02	0.0000	0.0000	0.0000
4-P-10	0.2670	0.1413	0.3227	K-73.8	0.0000	0.0000	0.0000
K-95	0.4209	0.1491	0.5630	K-68	0.0000	0.0000	0.0000
K-105	0.4473	0.1510	0.5535	CATORCE	0.0000	0.0000	0.0000
K-70	0.3703	0.1564	0.5262	MÓDULO 10	0.0000	0.0000	0.0000
SANTINI II	0.4543	0.1634	0.4876	DIEZ	0.0430	0.0120	0.0120
VEINTE	0.4855	0.1722	0.3989	K-91 SUR	0.1541	0.0168	0.0612
K-68	0.4436	0.1805	0.4413	VEINTIDÓS	0.1565	0.0177	0.4441
K-64	0.4033	0.1872	0.4070	4-P-6	0.0930	0.0186	0.2940
K-73.8	0.4920	0.1943	0.4718	K-64	0.0991	0.0210	0.2052
K-79	0.4980	0.1960	0.5643	K-79	0.0227	0.1364	0.1607
VEINTIDÓS	0.5373	0.2079	0.6368	VEINTE	0.0786	0.0247	0.0829
K-66	0.4820	0.2124	0.5430	K-105	0.0735	0.0250	0.2294
CATORCE	0.5455	0.2144	0.5414	K-66	0.0256	0.0256	0.0961
K-91 SUR	0.5853	0.2212	0.5218	SEIS	0.0621	0.0861	0.1231
K-88.5	0.5551	0.2214	0.5526	SANTINI I	0.2750	0.0634	0.3232
NÁINARI	0.2571	0.2231	0.2565	K-95	0.1777	0.0667	0.4164
C.M.D.	0.5133	0.2233	0.5531	K-88.5	0.2264	0.0680	0.2844
SEIS	0.5648	0.2309	0.5808	CUATRO	0.0892	0.1356	0.3471
DIECISÉIS	0.5857	0.2320	0.5657	C.M.D.	0.1444	0.0919	0.2235
K-91 NORTE	0.5470	0.2405	0.5512	P10-SUR	0.0922	0.1088	0.1894
BACAME	0.5625	0.2433	0.5451	SANTINI II	0.3262	0.0955	0.4089
MÓDULO 02	0.5885	0.2444	0.5404	DIECINUEVE	0.2684	0.0976	0.2316
DIECINUEVE	0.5564	0.2449	0.4889	K-70	0.2101	0.1024	0.2669
4-P-4	0.5619	0.2459	0.6665	4-P-8	0.2522	0.1098	0.4795
DIEZ	0.6039	0.2544	0.5536	4-P-10	0.1409	0.1208	0.3237
DIECIOCHO	0.4506	0.2545	0.4149	DIECISÉIS	0.1359	0.1386	0.1359
DOCE	0.5569	0.2553	0.5850	BACAME	0.3198	0.1359	0.3007
4-P-6	0.5618	0.2567	0.6004	4-P-4	0.2116	0.1371	0.4254
4-P-12	0.5202	0.2571	0.4646	DIECIOCHO	0.2735	0.1472	0.2425
DOS-B	0.5610	0.2598	0.5135	DOCE	0.1517	0.1517	0.2889
DOS	0.5811	0.2599	0.6022	NÁINARI	0.1989	0.1624	0.4118
SANTINI I	0.5999	0.2607	0.5614	OCHO	0.2102	0.1682	0.3713
MÓDULO 11	0.5936	0.2873	0.5644	DOS	0.2955	0.1686	0.4377
OCHO	0.6174	0.2875	0.6405	K-91 NORTE	0.3632	0.1961	0.4206
MÓDULO 10	0.6346	0.3000	0.6293	DOS-B	0.3186	0.2070	0.3017
CUATRO	0.6169	0.3042	0.5800	MÓDULO 11	0.2534	0.2091	0.2091
MÓDULO 06	0.6524	0.3064	0.7071	4-P-12	0.2663	0.2306	0.2306
MÓDULO 01	0.6216	0.3779	0.4250	MÓDULO 01	0.3420	0.2835	0.2835

**2. USO DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE RIEGO EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Ciclo Agrícola 2012-2013				Ciclo Agrícola 2013-2014			
Módulos de	Superficie	Costos	Volumen total	Módulos de	Superficie	Costos	Volumen total
Riego	Mejora	Mejora	Mejora	Riego	Mejora	Mejora	Mejora
	Potencial	Potencial	Potencial		Potencial	Potencial	Potencial
K-73.5	0.0000	0.0000	0.0000	K-63	0.0000	0.0000	0.0000
K-63	0.0000	0.0000	0.0000	K-73.5	0.0000	0.0000	0.0000
K-66	0.0000	0.0000	0.0000	DIECISÉIS	0.0000	0.0000	0.0000
MÓDULO 01	0.0000	0.0000	0.0000	K-79	0.0000	0.0000	0.0000
MÓDULO 02	0.0000	0.0000	0.0000	CUATRO	0.0000	0.0000	0.0000
MÓDULO 11	0.0000	0.0000	0.0000	CATORCE	0.1146	0.1356	0.1146
K-73.8	0.0000	0.0000	0.0000	DIEZ	0.2166	0.1801	0.1801
CATORCE	0.0000	0.0000	0.0000	P10-SUR	0.2276	0.2533	0.5321
DOS-B	0.0000	0.0000	0.0000	NÁINARI	0.3778	0.3754	0.5646
CUATRO	0.0000	0.0000	0.0000	MÓDULO 06	0.5149	0.3896	0.5805
MÓDULO 10	0.0000	0.0000	0.0000	SEIS	0.4390	0.3966	0.5110
DIEZ	0.0000	0.0000	0.0000	MÓDULO 10	0.5385	0.4216	0.4771
K-64	0.0039	0.0000	0.0039	K-70	0.5580	0.4693	0.6211
P10-SUR	0.0079	0.0000	0.1414	4-P-10	0.5392	0.6078	0.7155
K-79	0.0089	0.0000	0.0089	MÓDULO 11	0.6184	0.5529	0.5782
VEINTE	0.0822	0.0000	0.0157	DIECIOCHO	0.5695	0.5614	0.6917
K-91 SUR	0.1794	0.0000	0.0206	SANTINI II	0.6581	0.5635	0.7795
SANTINI II	0.2401	0.0000	0.2310	K-95	0.6487	0.6437	0.7824
4-P-4	0.0273	0.0000	0.3477	K-64	0.6571	0.6990	0.7274
DIECISÉIS	0.0555	0.0000	0.0319	DIECINUEVE	0.7217	0.6740	0.7976
K-70	0.1534	0.0000	0.0472	K-66	0.7222	0.7135	0.7795
4-P-10	0.0702	0.0000	0.0509	K-68	0.7204	0.7389	0.8118
DIECIOCHO	0.1986	0.0000	0.1138	K-105	0.7304	0.7208	0.8222
SEIS	0.0550	0.0000	0.1757	VEINTIDÓS	0.7622	0.7267	0.8616
K-68	0.0555	0.0000	0.0555	BACAME	0.7961	0.7409	0.8453
DIECINUEVE	0.2597	0.0000	0.0578	SANTINI I	0.8083	0.7469	0.8580
MÓDULO 06	0.0646	0.0000	0.2459	DOS-B	0.7966	0.7491	0.8787
K-95	0.1894	0.0000	0.2689	4-P-6	0.7867	0.7522	0.8759
OCHO	0.1620	0.0000	0.0663	C.M.D.	0.7762	0.7562	0.8553
DOS	0.2603	0.0000	0.0675	K-73.8	0.7600	0.7605	0.8246
SANTINI I	0.2910	0.0000	0.0749	4-P-12	0.7816	0.7608	0.8588
K-88.5	0.2118	0.0000	0.0849	4-P-4	0.7835	0.7613	0.8887
BACAME	0.2673	0.0000	0.1447	K-91 NORTE	0.7977	0.7622	0.8643
4-P-8	0.1163	0.0000	0.1074	VEINTE	0.7911	0.7666	0.8087
C.M.D.	0.2190	0.0000	0.0946	K-88.5	0.8170	0.7821	0.8787
NÁINARI	0.2506	0.0000	0.4687	MÓDULO 02	0.8684	0.7958	0.8509
4-P-6	0.0976	0.0000	0.2316	4-P-8	0.8375	0.7976	0.9064
K-105	0.3467	0.0000	0.3418	DOS	0.8457	0.8055	0.8885
K-91 NORTE	0.1993	0.0000	0.1121	K-91 SUR	0.8683	0.8103	0.8893
DOCE	0.1694	0.0000	0.1192	DOCE	0.8528	0.8106	0.8965
4-P-12	0.2255	0.0000	0.1195	OCHO	0.8680	0.8188	0.9114
VEINTIDÓS	0.2127	0.0000	0.1968	MÓDULO 01	0.8710	0.8319	0.8465





## **CAPÍTULO 3**

### **DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**



## **RESUMEN**

Se determinaron indicadores de gestión en el uso de agua de riego para módulos en el Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui, ubicado en el sur de Sonora, México; analizando once indicadores de rendimiento y ocho indicadores de eficiencia en productividad. Estos indicadores se caracterizaron a través del International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID), los cuales permitieron analizar la expresión de las variables a combinar y medirlas en cuatro años agrícolas.

El propósito de este trabajo fue desarrollar una metodología que permitiera analizar la eficiencia del riego en el área de estudio. Por lo que los objetivos fueron: 1) Caracterizar los 42 módulos de riego mediante indicadores de gestión y la aplicación de las técnicas de benchmarking, con la finalidad de mejorar el riego donde existan deficiencias y 2) Determinar los elementos fundamentales y propósitos que caracterizan el uso eficiente de agua a través de indicadores de gestión que inciden en el área agrícola de estudio.

Los resultados para el indicador Suministro Relativo de Agua (RWS), expresa que se está usando agua de riego por encima de lo requerido, y el indicador Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS), precisó de manera contundente la aportación de agua en proporción a las necesidades de los cultivos.

Palabras Clave:

Indicadores · Riego · Uso eficiente · Benchmarking · Suministro Relativo de Agua de Riego.

### **3. DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Cada vez más las organizaciones, sin importar si son del sector público o privado, ven la necesidad de hacer mediciones mucho más objetivas de las que actualmente hacen. Por ello, hoy día estas organizaciones se preocupan por contar con información que les permita tomar decisiones más acertadas acerca del comportamiento de sus procesos para la evaluación de su gestión. Pero algunas de estas organizaciones olvidan que no basta recopilar la información, sino que también es indispensable tomarse el tiempo necesario y suficiente para el procesamiento e interpretación de los resultados de la medición (Zabala, 2005).

En este contexto, en el Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (DRRY 041), el mejoramiento para la competitividad del sector agrícola está dado por varios elementos, entre los cuales se considera como un pilar importante la disponibilidad de agua en el sistema de presas (La Angostura, El Novillo y Oviáchic). Así, la competitividad puede estar influenciada por todos y cada uno de los elementos que se encuentran involucrados interna y externamente en los procesos de producción de los cultivos sembrados en la zona de estudio, uno de ellos y de trascendental importancia es el recurso agua.

Considerando que el manejo de agua de riego, para la producción agrícola es propiamente uno de los principales conocimientos con que los productores deben contar para poder ser más competitivos, se hace necesario analizar los efectos reales del uso eficiente de agua. Por lo que, en este capítulo, se determina la investigación haciendo uso de los indicadores de gestión desarrollados por Malano y Burton en el año 2001 a través del International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID).

Los indicadores de gestión considerados en este estudio son propiamente de rendimiento y de eficiencia en la producción. Estos indicadores, se categorizan, se ordenan y se describen, con el propósito de conocer la direccionalidad de cada uno de los módulos de riego que deben seguir.

Posteriormente, estos indicadores se aplican a los cultivos establecidos en el área agrícola con la finalidad de determinar las mejores prácticas existentes, para finalmente y una vez comparados los indicadores en los módulos de riego, se aplican las técnicas de benchmarking con el propósito de mostrar las mejores prácticas y adaptarlas a los módulos más desfavorecidos, con el propósito de mejorar su eficiencia y los mismos rendimientos.

Se estimaron los efectos del uso eficiente de agua estableciendo un conjunto de 19 indicadores de gestión aplicándolos a 42 módulos de riego y en su conjunto al mismo distrito, que permitió compararlos en función de distintas condiciones dentro del área de estudio.

Se indica que existen, al menos, dos criterios para clasificar a los indicadores: 1) A partir de la dimensión o valoración de la realidad económica, social, política o humana que se pretende expresar, y 2) Partiendo del tipo de medida o procedimiento estadístico necesario para su obtención (Mondragón, 2002). En el segundo criterio se enfoca este estudio, debido a la utilización de bases estadísticas durante cuatro campañas agrícolas analizadas (2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014).

Los indicadores de gestión en el ámbito de los riegos, son herramientas muy útiles para apegarse a la optimización de los recursos hídricos y de los resultados obtenidos con el riego. Dichos indicadores permiten realizar un proceso sistemático para garantizar la mejora continua a través de la comparación con datos y estándares internos (con comparaciones previas y objetivos futuros) o externos (organizaciones similares o con funciones parecidas) relevantes y factibles, denominado como “técnicas de Benchmarking” (Pérez, 2007).

Las técnicas de benchmarking tienen como fin impulsar a las organizaciones hacia el logro de los estándares de calidad con el firme propósito de realizar mejoras continuas en las organizaciones, para que estas eleven sus indicadores de eficiencia o determinen la satisfacción del cliente (Santos, et al., 1998).

La meta de este estudio, fue conocer la posición competitiva con la finalidad de impulsar la innovación en la agricultura, ya que el distrito es una región reconocida mundialmente por la



calidad de sus procesos económicos y por su capacidad para promover el desarrollo económico y social, del estado de Sonora y de México; con el propósito de coadyuvar en el abastecimiento de productos agrícolas a nivel nacional o internacional.

En cuanto al proceso de Benchmarking, éste se originó en el negocio de la empresa como medio para medir, y posteriormente, mejorar su rendimiento en relación con los principales competidores. Así, mediante el estudio de los principales competidores, y los procesos utilizados para lograr los mejores resultados, muchas organizaciones han sido capaces de adoptar mejores prácticas de gestión y mejorar su propia actuación. En algunos casos, las organizaciones han hecho tan bien el proceso de benchmarking que se convierten como ejemplo a seguir por otras organizaciones (Alexander, P. 2002). Por ello, una de las herramientas para planificar ese deseado aumento de la eficiencia y de la productividad son los indicadores de gestión y la comparación de los mismos mediante las técnicas de benchmarking, (Rodríguez, 2003).

La esencia del proceso de benchmarking es proporcionar a las organizaciones la capacidad de comparar su desempeño en relación con organizaciones similares o procesos similares. El análisis comparativo consiste principalmente en la clasificación de los niveles de desempeño para indicadores individuales tanto numérica como gráficamente. Desde sus inicios de esta metodología a la fecha se han realizado una serie de estudios en distintas partes del mundo; entre los cuales el International Water Management Institute (IWMI) llevó a cabo la obtención de datos e indicadores de seis países para ayudar en el desarrollo de la evaluación comparativa utilizando y probando el proceso propuesto. Estos países fueron: Australia, México, Sri Lanka, China, India y Estados Unidos de Norteamérica (Alexander, 2002).

Australia es reconocida internacionalmente como uno de los líderes en riego y drenaje. El mérito de este mandato corresponde al Comité Nacional de Australia de Riego y Drenaje (ANCID), que tuvo la iniciativa y comenzó la evaluación comparativa de sus empresas de proveedores de agua de riego en 1998. Desde 1998, ANCID ha preparado seis informes comparativos anuales que han recibido reconocimiento nacional e internacional (Alexander y Potter 2005).

Si bien en México, en el año 2002, se llevó a cabo un estudio en el Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Alexander, P. 2002), con datos de la campaña agrícola 2000/2001, al analizar la información vertida en dicho estudio, se observó que solamente se consideraron cinco módulos de riego, de los 42 existentes, y solo para un año agrícola (primavera-verano y otoño-invierno), lo cual, a consideración propia, limitó determinar la eficiencia y competitividad en su conjunto del mismo distrito. Se aportaron datos de indicadores del sistema de operación, indicadores de financiamiento, de eficiencia productiva y medio ambiente.

En el estudio anterior, se indica que una de las limitantes es precisamente la exactitud de los volúmenes de suministro de agua, en cuanto a la poca precisión de la medición; observando variaciones importantes en cada uno de los módulos de riego considerados, lo cual reforzó realizar el estudio más a detalle, con la finalidad de considerar la totalidad de los módulos de riego, y en conjunto con el mismo distrito para conocer el incremento de la eficiencia y de la productividad a través de los indicadores de gestión, para posteriormente realizar la comparación de los mismos mediante las técnicas de benchmarking aportando elementos de reflexión y conocimiento a los módulos de riego más ineficientes, a través de los módulos de riego más eficientes, que les dejen conocer cuáles son las mejores orientaciones que dirijan a la mejora de sus prácticas productivas.

### **3.2 DISTRITOS DE RIEGO, MÓDULOS DE RIEGO.**

#### **3.2.1 Distritos de Riego en México**

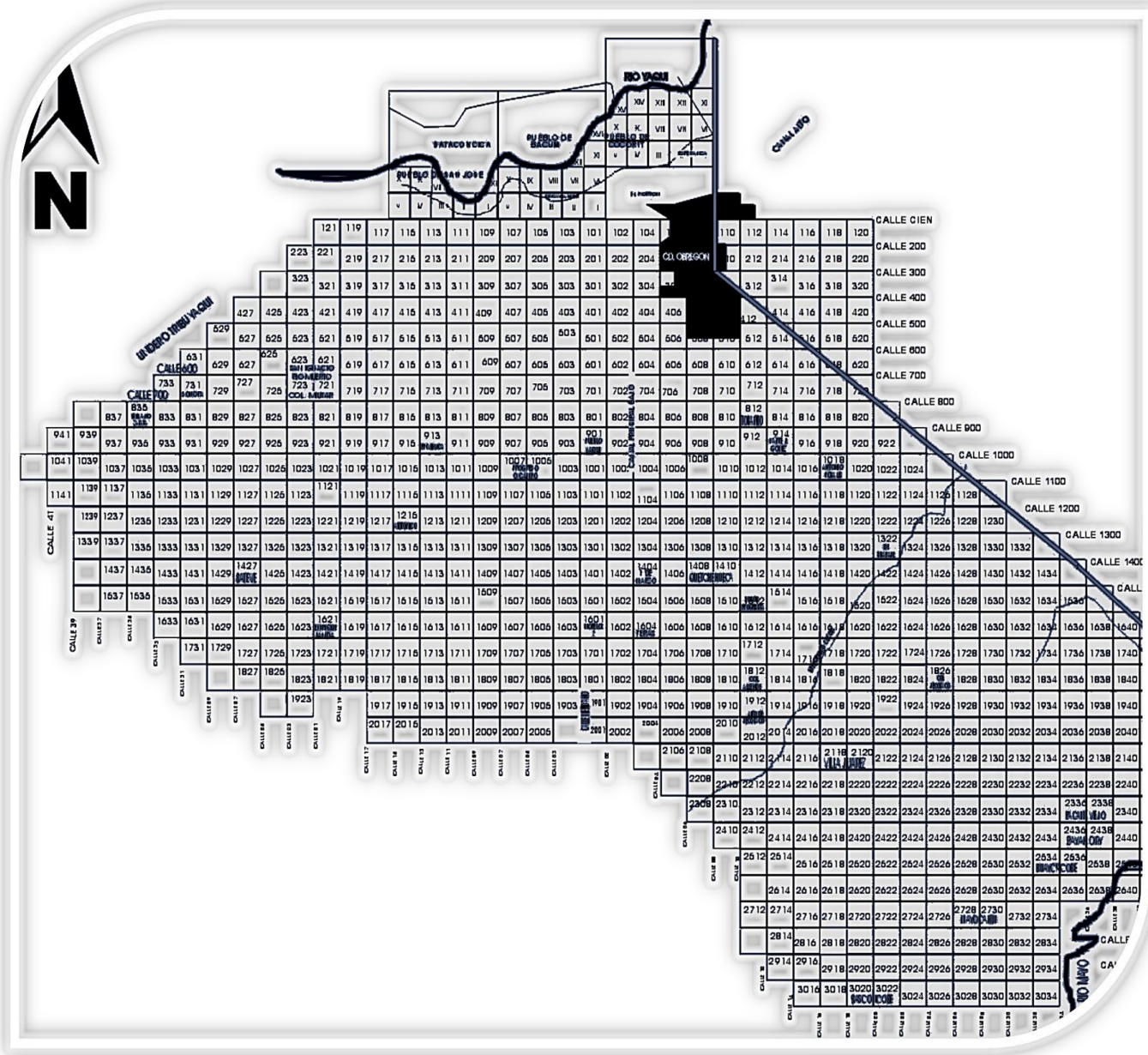
Los distritos de riego son proyectos de irrigación desarrollados por el Gobierno Federal Mexicano desde 1926, año de creación de la Comisión Nacional de Irrigación, e incluyen diversas obras, tales como vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, canales y caminos, entre otros. Con la creación de la Comisión nacional del agua (Conagua) en 1989 y la promulgación de la nueva Ley de Aguas Nacionales en 1992, dio inicio la transferencia de los distritos de riego a los usuarios, apoyada en un programa de rehabilitación parcial de la infraestructura que se concesiona en módulos de riego a las asociaciones de usuarios (Conagua, 2012). Actualmente existen 85 distritos de riego en México, con 3.5 millones de hectáreas y 516 mil usuarios.

Un Distrito de Riego está conformado por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego (Ley de Aguas Nacionales 2014).

### 3.2.2 Distrito de Riego 041, Río Yaqui

El Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui en el Estado de Sonora, México; es una Sociedad de Responsabilidad Limitada de Iniciativa Privada y Capital Variable (DRRY 041, S. de R. L. de I. P. y C.V.) , creada por productores para el servicio de los mismos, en donde están comprometidos a contribuir con el desarrollo sustentable de la comunidad, preocupándose por aportar soluciones para solventar las necesidades de agua actuales, pero además comprometidos también a cuidar las necesidades de las generaciones futuras. Las funciones del Distrito, son las de prestar el servicio de operación, conservación y administración de la red mayor de canales, red de drenaje, sus respectivos caminos y demás infraestructura hidroagrícola.

La distribución de las tierras, calles, canales y drenes del distrito (figura 3.1.), son uniformes y regulares, integradas por un área compacta circunscrita por un perímetro sin solución de continuidad, repartida en una cuadrícula con calles situadas cada dos km y orientadas astronómicamente de Norte a Sur y de Oriente a Poniente. Los colectores, drenes y canales, corren paralelos y contiguos a las calles, excepto en algunas áreas de topografía irregular adyacente al río Muerto en el Canal Bajo y los adyacentes al arroyo Cocoraque en el Canal Alto. Esta disposición de las vías de agua permite hacer un eficiente suministro de agua de riego y facilita el drenaje superficial y profundo para cada manzana de 400 hectáreas, aunque algunos predios necesitan drenes interiores a nivel parcelario.



*Figura 3.1. Distribución de calles, canales y drenes del distrito de Riego 041, Río Yaqui.*

### 3.2.3 Niveles de operación del Distrito de Riego

El sistema agrícola del distrito depende tanto del volumen de agua almacenado en su sistema de presas (La Angostura, El Novillo y Álvaro Obregón y/o Oviáchic) y, de la capacidad de

bombeo de su acuífero (Minjares, et al., 2009). En la figura 3.2., se observa la presa Álvaro Obregón y los canales principales Alto y Bajo. La red de distribución cuenta con una longitud total de 2.774 km de canales, siendo los siguientes: Canal Principal Alto con una longitud de 120 km, incluyendo 42 km revestidos y capacidad de 110 m<sup>3</sup>/s, irriga una superficie de 100.000 ha. El Canal Principal Bajo, tiene una longitud de 100 km., con capacidad de 120 m<sup>3</sup>/s, irriga una superficie de 120.000 ha. Los canales laterales, sublaterales y ramales alcanzan una longitud de 2.554 km, con una eficiencia de conducción del 68% en el distrito (DRRY, 2015). Este distrito es un sistema agrícola que produce principalmente trigo, cártamo, hortalizas, maíz, sorgo, algodón, garbanzo, alfalfa y frutales, entre otros.



*Figura 3.2. Presa Álvaro Obregón (Oviáchic) y, salida del Canal Principal Alto (derecha) y Canal Principal Bajo (izquierda).*

Dentro de los niveles de operación del distrito, se cuenta con una red total de canales en tres niveles operativos (Tramo muerto, Red mayor y Red menor), considerando el agua que se extrae de la presa más el agua de bombeo en plan colectivo hasta la entrega en parcela, se tiene una red de 3.522 km de canales totales.



### 3. DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

#### 3.2.3.1 Tramo Muerto

Tramo operado por la Comisión Nacional de Agua (Conagua) que va de la toma baja a Hornos por el Canal Principal Bajo y de la toma Alta al Km 14 del Canal Principal Alto y comprende 26,5 km.

#### 3.2.3.2 Red Mayor

Tramo operado por una Sociedad de Responsabilidad Limitada que comprende una red de 292 km de canales principales desde los Puntos de Control donde recibe el agua de parte de Conagua hasta la entrega en los 327 Puntos de Control a Módulos de Riego en colectivo (figura 3.3.).

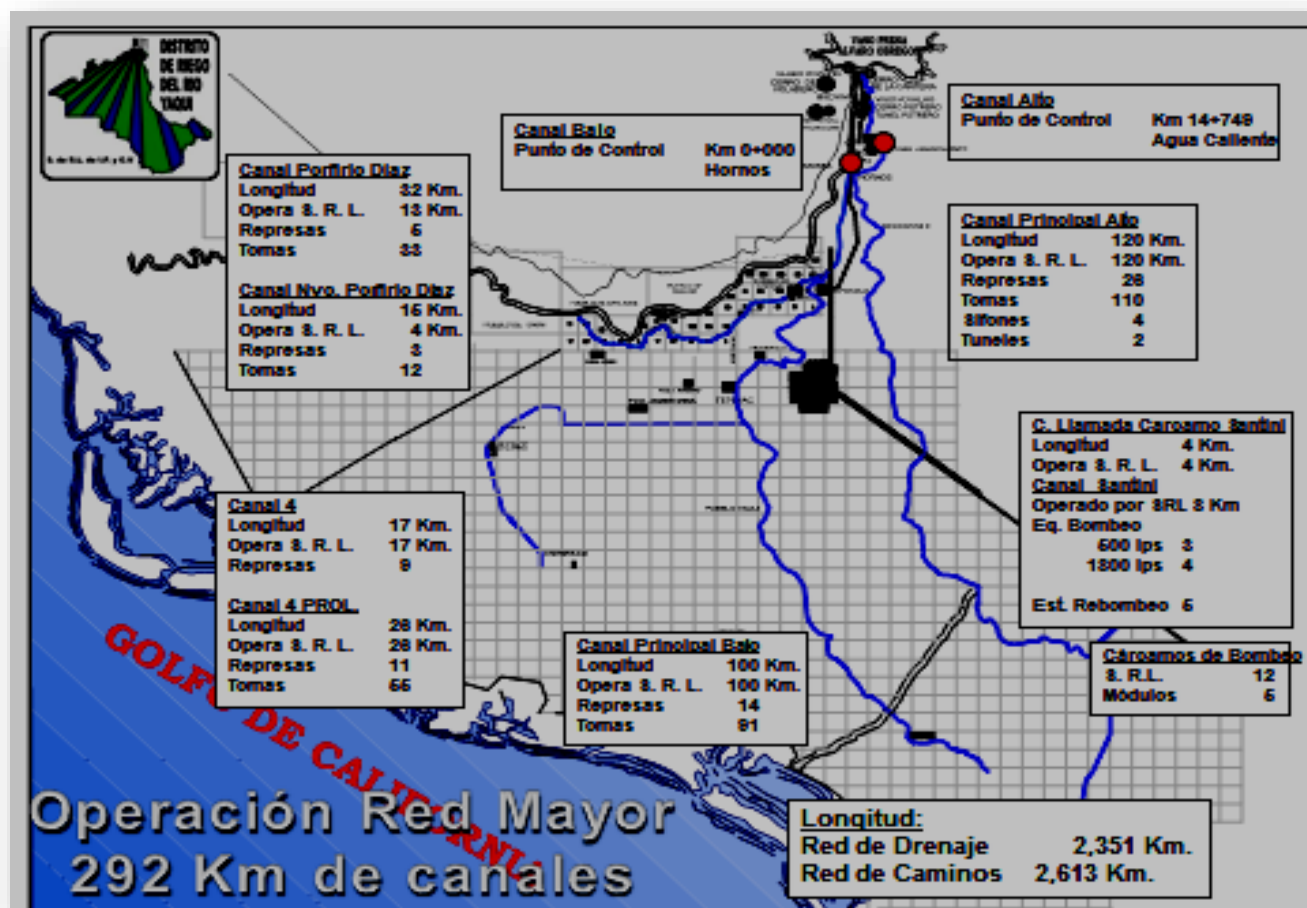
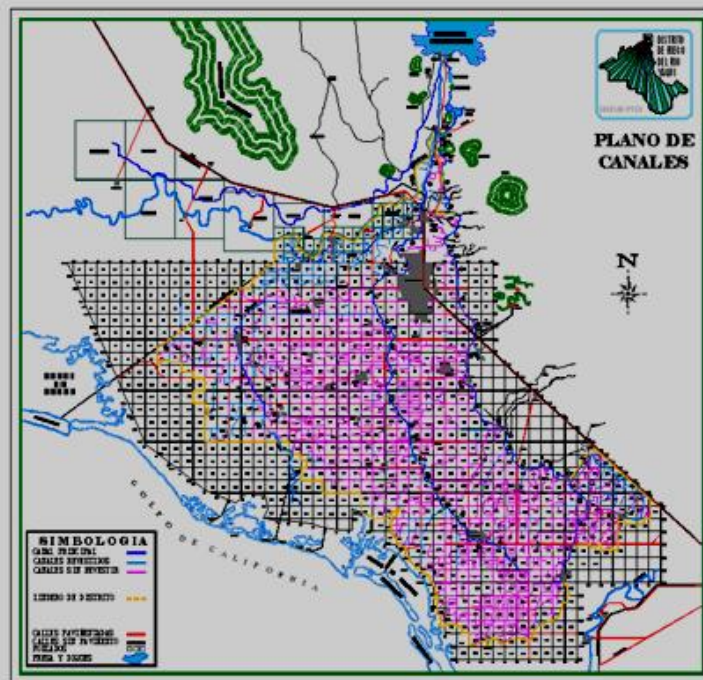


Figura 3.3. Red Mayor: Tramo operado por la Sociedad de Responsabilidad Limitada. Fuente: Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2015.

### 3.2.3.3 Red Menor

Tramo operado por los Módulos de Riego hasta entregar el agua a nivel parcela, que comprende una red de 3.204 km de canales secundarios desde el punto de control, donde recibe el agua por parte de la Sociedad de Responsabilidad Limitada incluyendo pozos en plan colectivo (figura 3.4.).



*Figura 3.4. Red Menor: Tramo operado por los Módulos de Riego. Fuente: Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2014.*

## 3.3 MÓDULOS DE RIEGO

Los Módulos de Riego son una Asociación Civil, cuyos comparecientes convienen en asociarse en manera permanente y sin ánimo de lucro, para participar directamente en la

### 3. DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

---

administración, operación y conservación de la infraestructura hidroagrícola, así como en el adecuado manejo y aprovechamiento del agua en el módulo de riego que le fue concesionado por el gobierno federal a través de la Comisión Nacional del Agua (figura 3.5).



*Figura 3.5. Asociación de Usuarios Productores Agrícolas del Módulo de Riego 02 del Canal Principal Alto del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui.*

#### 3.3.1 Pedido y entrega del agua de riego

El método de demanda de riego semanal (dos veces por semana) se inicia con la solicitud de servicio de riego que hace el usuario cualquier día de la semana al representante del módulo de riego; el representante elabora y entrega programas de riego los días martes y viernes al jefe de área de la sociedad de usuarios del distrito de riego; éste a su vez solicita al jefe de unidad el agua requerida; quien concentra bajo un sistema de cómputo las necesidades de riego de su unidad. Posteriormente la gerencia de operación de la sociedad, integra el programa global con el cual solicita el agua en bloque a la Comisión Nacional del Agua.

El servicio de riego que el Módulo o Asociación Civil programa el día martes a la Sociedad, es para que se sirva los días jueves, viernes, sábado y domingo de esa misma semana. La programación del día viernes es para el lunes, martes y miércoles de la siguiente semana. Bajo este



mismo método la Comisión Nacional del Agua entrega a la Sociedad en los puntos de control el agua en bloque, en el km 14 del Canal Alto, y en la Represa Derivador Hornos donde nace el Canal Bajo (figura 3.6.). Estos principales conductos, considerados como columna vertebral de la red de distribución de agua en el distrito, son operados por personal especializado (Jefes de Área) de la Gerencia de Operación de la Sociedad de Usuarios, quienes tienen la responsabilidad de entregar el agua (bajo programa) en los puntos de control (figura 3.7.), en  $\text{m}^3/\text{s}$ ; de canales laterales, en  $\text{m}^3/\text{s}$ ; (figura 3.8.) o tomas directas (figura 3.9.) en  $\text{m}^3/\text{s}$  de los Módulos de Riego a los representantes de las Asociaciones Civiles, mismos que distribuyen y proporcionan directa o a través de los técnicos de los módulos el servicio de riego a los usuarios en L/s, a más tardar 72 horas de haberse solicitado (DRRY, 2015).

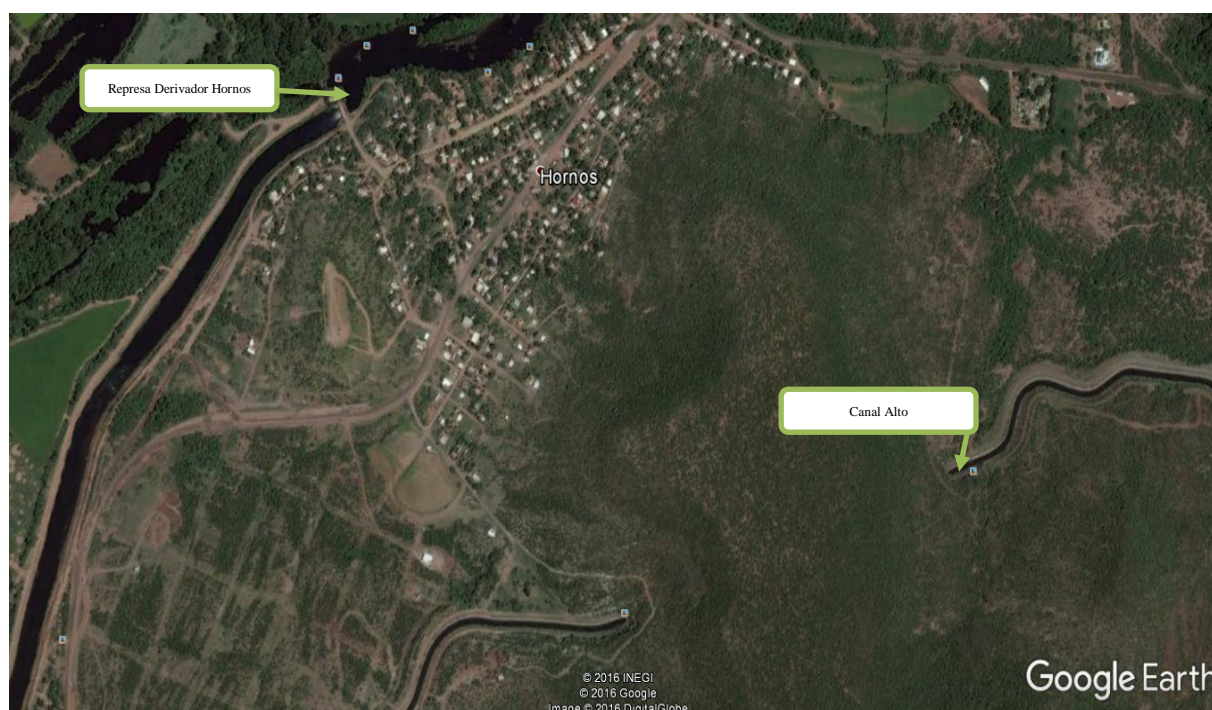


Figura 3.6. Km 14 del Canal Alto y Represa Derivador Hornos donde nace el Canal Bajo. Fuente Google Earth 2017.

### 3. DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

---



*Figura 3.7. Punto de control Km-61+572 y Canal lateral perteneciente al Módulo de Riego No. 02 del Canal Principal Alto donde se entrega el agua en m<sup>3</sup>/s.*

La infraestructura hidráulica del distrito de riego, deriva de los canales principales alto y bajo, el volumen de agua solicitado por los módulos, es en m<sup>3</sup>/s a través de los 327 puntos de control con los que cuenta, de manera programada con el propósito de cumplir con los requerimientos semanales. Este volumen de agua es conducido por las tomas directas y canales laterales, derivándolas a los canales secundarios y/o compuertas que llevan el agua hasta las parcelas programadas en L/s. Generalmente, en el cultivo de mayor importancia que es el trigo, se programan tres riegos por ha, vendiéndoles el distrito 8,0 millares de m<sup>3</sup>/ha de inicio, considerando una pérdida del 20% por conducción de manera ponderada; quedando en 6,4 millares de m<sup>3</sup>/ha. Cuando se requiere un cuarto riego se les vende un millar más, menos el 20% de pérdida por conducción, lo que se traduce finalmente en 7,2 millares de m<sup>3</sup>/ha.





*Figura 3.8. Canal lateral y punto de aforo (medición del caudal), perteneciente al Módulo de Riego 02 del Canal Principal Alto.*



*Figura 3.9. Toma directa del Canal Principal Alto a una parcela perteneciente al Módulo de Riego 02.*

## **3.4 INDICADORES DE GESTIÓN UTILIZADOS**

### **3.4.1 Indicadores desarrollados por el IPTRID**

#### **3.4.1.1. Particularidades de los indicadores**

Los indicadores de gestión definidos en el estudio, se adaptaron a los desarrollados por el IPTRID (Malano y Burton, 2001), con el objetivo de adecuarlos, de la mejor forma posible, a los módulos de riego. Estos indicadores fueron los de rendimiento y de eficiencia en la productividad, como se describen a continuación.

#### **3.4.1.2 Indicadores de rendimiento**

Los indicadores de rendimiento son datos en series temporales que reflejan y registran cambios a través de un número significativo de dimensiones relevantes, a través de los cuales se juzga la eficacia y eficiencia de un sistema para alcanzar determinados objetivos. Esta definición subraya dos características comúnmente asociadas con los indicadores (Norris, 1991). Primero, la información sobre la actuación o el rendimiento de un individuo, organización o sistema es recogida usualmente en intervalos regulares, para obtener datos de los cambios producidos a lo largo del tiempo. Segundo, los indicadores de rendimiento son importantes para reflejar la calidad y el producto («output»).

Una cuestión central para la construcción y uso de los indicadores de rendimiento son las decisiones que han de adoptarse sobre los objetivos organizativos y lo que, en un momento determinado, se entienda como más importante y valioso. Los indicadores han llegado a estar asociados con el imperativo político en pro de servicios públicos más eficaces y eficientes. El interés por la eficacia es manifiesto en la especificación de objetivos, la medición del progreso hacia la consecución de los mismos y la consideración de cursos de acción alternativos para lograr el mismo fin. El interés por la eficiencia refleja, normalmente, un interés por minimizar los recursos («inputs») para lograr el mismo nivel de resultados, o por maximizar los resultados con un mismo nivel de recursos («inputs»): es esencialmente un cálculo económico.

Los indicadores de rendimiento que se consideraron en este estudio, se muestran en la tabla 3.1.

*Tabla 3.1. Indicadores de gestión relativos a rendimiento. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID). (Malano y Burton, 2001).*

<b>Grupo</b>	<b>Indicadores</b>
<b>R</b>	Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> ).
<b>e</b>	Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> ).
<b>n</b>	Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> ).
<b>d</b>	Volumen de agua de riego que entra al sistema (m <sup>3</sup> ).
<b>i</b>	Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> ).
<b>m</b>	Suministro de agua de riego por unidad de área total regable (m <sup>3</sup> /ha).
<b>i</b>	Suministro de agua de riego por unidad de área regada (m <sup>3</sup> /ha).
<b>e</b>	Eficiencia en la distribución (%).
<b>n</b>	Suministro relativo de agua (m <sup>3</sup> ).
<b>t</b>	Suministro relativo de agua de riego (m <sup>3</sup> ).
<b>o</b>	Garantía de suministro (%).

La agrupación de los módulos de riego, según sus factores más representativos facilitará la creación de un sistema que permita estimar la calidad de la gestión (índice de calidad en la gestión), indicando los problemas principales y algunas de las posibles soluciones.

En la tabla 3.2., se muestran las formas de medir y los datos requeridos para cada uno de los indicadores seleccionados. Estos indicadores, nos permiten analizar con mayor claridad la comparación entre los cuarenta y dos módulos de riego, para poder dar luego algunas orientaciones sobre donde corregir deficiencias que se localicen, realizando estudios casuísticos.

Tabla 3.2. Indicadores de Rendimiento

Indicador de rendimiento	Definición	Datos requeridos
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )		Medido en la unión entre el sistema de distribución y la toma del módulo de riego (puntos de control o tomas directas).
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )		Medido en la unión entre el sistema de distribución y la toma del módulo de riego
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )		Cantidad total de agua de riego que entra al sistema, sin considerar pérdidas en distribución.
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )		
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )		Volumen total de agua superficial desviada al sistema más las extracciones netas de aguas subterráneas más el agua de lluvia. No se incluye la recirculación del drenaje interno.
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	$\frac{\text{Volumen de agua de riego que entra al sistema}}{\text{Área regable}}$	<u>Volumen de agua de riego que entra al sistema:</u> Cantidad total de agua de riego que entra al sistema, sin considerar pérdidas en distribución. <u>Área regable:</u> Área puesta en riego mediante la infraestructura existente.
Suministro de agua de riego por unidad de área regada (m <sup>3</sup> /ha)	$\frac{\text{Volumen de agua de riego que entra al sistema}}{\text{Área regada}}$	<u>Volumen de agua de riego que entra al sistema:</u> Cantidad total de agua de riego que entra al sistema, sin considerar pérdidas en distribución. <u>Área regada:</u> Área total cultivada en regadío.
Eficiencia en la distribución (%)	$\frac{\text{Volumen de agua de riego suministrada a los usuarios}}{\text{Volumen de agua de riego que entra al sistema}}$	<u>Volumen de agua de riego suministrada a los Usuarios:</u> Medido en la unión entre el sistema de distribución y la toma del agricultor. <u>Volumen de agua de riego que entra al sistema:</u> Cantidad total de agua de riego que entra al sistema, sin considerar pérdidas en distribución.

Suministro relativo de agua	<u>Volumen total de agua que entra al sistema</u> ETc	<u>Volumen total de agua que entra al sistema:</u> Volumen total de agua superficial desviada al sistema más las extracciones netas de aguas subterráneas más el agua de lluvia. No se incluye la recirculación del drenaje interno. ETc: Volumen de agua demandada por el cultivo. Para arroz se debe incluir la filtración.
Suministro relativo de agua de riego	<u>Volumen de agua de riego que entra al sistema</u> ETc - P	<u>Volumen de agua de riego que entra al sistema:</u> Cantidad total de agua de riego que entra al sistema, sin considerar pérdidas en distribución. <u>ETc:</u> Volumen de agua demandada por el cultivo. <u>P:</u> Precipitación efectiva durante la fase de crecimiento.
Garantía de suministro (%)		Garantía de suministro: Porcentaje de años en los que se puede suministrar la cantidad de agua a la que la zona tiene derecho. Derecho de agua: Volumen de agua al que la zona regable tiene derecho cada año.

### 3.4.1.3 Indicadores de eficiencia en la productividad

Se establece que la determinación de indicadores de productividad juega un papel importante en el desarrollo de cualquier empresa o institución (Doerr, y Sánchez, 2006). (Cullinane, et al., 2004) señalan que, además son útiles para proyectar el futuro de los mismos. La medición del funcionamiento permite orientar el rumbo de la actividad en la dirección más deseada.

Doerr y Sánchez (2006), indican que la medición de la productividad es necesaria para el desarrollo de cualquier actividad económica. Los mismos autores manifiestan que Cullinane, et al., (2004), determinaron que los indicadores de productividad desempeñan un papel esencial en la evaluación de la producción porque pueden definir no solamente el estado actual de los procesos sino que además son útiles para proyectar el futuro de los mismos. La medición del funcionamiento es una buena ayuda porque permite orientar el rumbo de la actividad en la dirección más deseada. Por ello se consideran los siguientes indicadores a analizar en el estudio, con el propósito de caracterizar a los módulos de riego y mejorar el riego donde existan deficiencias:

Los indicadores de eficiencia en la productividad a analizar, son como se muestra en la Tabla 3.3.; con el propósito de caracterizar a los módulos y mejorar el riego donde existan deficiencias.

*Tabla 3.3. Indicadores de gestión relativos a la eficiencia en la productividad.*

Grupo	Indicadores
	Producción agrícola (ton/ha).
	Valor total de la producción agrícola (\$).
<b>Eficiencia</b>	Productividad por unidad de área regable (\$/ha).
<b>en la</b>	Productividad por unidad de área regada (\$/ha).
<b>productividad</b>	Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> ).
	Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> ).
	Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> ).
	Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> ).

En la tabla 3.4., se muestran las formas de medir y los datos requeridos para cada uno de los indicadores seleccionados. Estos indicadores, nos permiten analizar con mayor claridad la



comparación entre los cuarenta y dos módulos de riego, para poder dar luego algunas orientaciones sobre donde corregir deficiencias que se localicen, realizando estudios casuísticos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 3.4. Indicadores de Eficiencia en la Producción.*

<b>Indicador Eficiencia en la Producción</b>	<b>Definición</b>	<b>Datos requeridos</b>
Producción agrícola (t)		Producción de cada uno de los cultivos en Tn.
Valor total de la producción agrícola (\$)*		Cantidad total recibida por los agricultores, estimado a precios de mercado local.
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	<u>Valor total de la producción agrícola</u> Área regable	<u>Valor total de la producción agrícola:</u> Cantidad total recibida por los agricultores, estimado a precios de mercado local. <u>Área regable:</u> Área puesta en riego mediante la infraestructura existente.
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	<u>Valor total de la producción agrícola</u> Área regada	<u>Valor total de la producción agrícola:</u> Cantidad total recibida por los agricultores, estimado a precios de mercado local. <u>Área regada:</u> Área total cultivada en regadío.
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m³)	<u>Valor total de la producción agrícola</u> Volumen de agua de riego suministrada a los usuarios	<u>Valor total de la producción agrícola:</u> Cantidad total recibida por los agricultores, estimado a precios de mercado local. <u>Volumen de agua de riego suministrada a los Usuarios:</u> Medido en la unión entre el sistema de distribución y la toma del agricultor.
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m³)	<u>Valor total de la producción agrícola</u> Volumen de agua de riego que entra al sistema	<u>Valor total de la producción agrícola:</u> Cantidad total recibida por los agricultores, estimado a precios de mercado local. <u>Volumen de agua de riego que entra al sistema:</u> Cantidad total de agua de riego que entra al sistema, sin considerar pérdidas en distribución.
Productividad por unidad de agua total (\$/m³)	<u>Valor total de la producción agrícola</u> Volumen total de agua que entra al sistema	<u>Valor total de la producción agrícola:</u> Cantidad total recibida por los agricultores, estimado a precios de mercado local. <u>Volumen total de agua que entra al sistema:</u> Volumen total de agua superficial desviada al sistema más las extracciones netas de aguas subterráneas más el agua de lluvia. No se incluye la recirculación del drenaje interno.
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m³)	<u>Valor total de la producción agrícola</u> ETc	<u>Valor total de la producción agrícola:</u> Cantidad total recibida por los agricultores, estimado a precios de mercado local. <u>ETc:</u> Volumen de agua demandada por el cultivo. Para arroz se debe incluir la filtración.

(\$)\*Pesos Mexicanos.

### 3.5 METODOLOGÍA

Los métodos y técnicas empleados en este estudio, estuvieron determinados por la información aportada principalmente por el Distrito de Riego, la Comisión nacional de agua (Conagua), Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), el Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES); así como por la propia naturaleza de cada uno de los objetivos a responder, y por los indicadores de gestión seleccionados.

La toma de datos como base fundamental una vez definidos los indicadores de gestión a desarrollar, es una etapa donde se recopilaron los datos necesarios para la obtención de las variables, las que, combinadas entre sí, van a formar los indicadores de gestión que serán la base del proceso de benchmarking.

La información para el cálculo de los indicadores de gestión se clasificó en tres grupos:

- Datos relacionados con la infraestructura hidráulica del distrito de riego y los 42 módulos a través del suministro de agua, la superficie regada y los volúmenes de agua suministrados.
- Datos de productividad, los cuales consistieron en conjuntar bases de datos que incluyeron diversas variables relacionadas con los indicadores de gestión.
- Datos climáticos, en donde se recopilan series históricas de cuatro años.

#### 3.5.1 Fuentes de información

La información estadística de las variables analizadas, no fue una tarea fácil de obtener. Por lo que se tuvo que recurrir a instancias oficiales, así como al mismo DRRY 041 para poder realizar los cálculos correspondientes de los diecinueve indicadores de gestión propuestos, para cuarenta y dos módulos de riego y para cuatro campañas agrícolas, lo cual generó una cuantiosa información que se debió ordenar y clasificar adecuadamente e iniciar el proceso de generación de bases para

luego obtener los resultados que orienten a cada uno de los involucrados a tomar decisiones pertinentes y continuar trabajando más eficientemente con la finalidad de contar con mayores beneficios.

### 3.5.2 Datos relacionados con la infraestructura hidráulica del distrito de riego

Los datos relacionados con la infraestructura hidráulica en el distrito de riego son registros que toma el personal de cada módulo, partiendo de una programación para cada campaña agrícola en función de la disponibilidad de agua en el sistema de presas del río yaqui.

Una vez conocido el volumen de agua con que cuenta el sistema de presas, tanto la Comisión nacional de agua (Conagua), como la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA) facultan al distrito para programar determinada superficie de los diversos cultivos que se siembran en el área de estudio. El distrito de riego, tiene el compromiso de dar servicio a los usuarios-productores, operando la red de canales y pozos profundos, realizar mediciones, contar con información de hidrometría y estadística, así como desarrollar planes de riego; lo cual permite precisar la información de los volúmenes de agua requeridos para cada uno de los módulos.

A través de las mediciones, se cuenta con datos de volúmenes de agua de riego aplicados y las pérdidas de agua en la distribución. Estas mediciones, se establecen desde la entrega de agua por parte de la Comisión nacional de agua en donde inician los canales principales Alto y Bajo, a lo largo de la Red se toman mediciones de aforo con las siguientes técnicas: a) Métodos volumétricos (totalizadores o medidores) y b) Métodos tradicionales (flotador, compuertas, vertedores, conductos y molinetes) (figura 3.10) ; c) otras formas de medir ( Aforador de garganta larga, medidor volumétrico, calibración de sifones, medidor volumétrico ultrasónico, estructural autocontrol) (figura 3.11.) y d) Tecnificación con compuertas automatizadas Tipo Rubicon FlumeGate (figura 3.12.).



Figura 3.10. Métodos volumétricos (totalizadores o medidores) y Métodos tradicionales (flotador, compuertas, vertedores, conductos y molinetes)



Figura 3.11. otras formas de medir ( Aforador de garganta larga, medidor volumétrico, calibración de sifones, medidor volumétrico ultrasónico, estructural autocontrol)



3.12. Tecnificación con compuertas automatizadas Tipo Rubicon FlumeGate

### 3.5.3 Datos de productividad

Este tipo de datos, consistió en conjuntar bases de datos que incluyeron las variables relacionadas con los indicadores de gestión, donde se introdujeron: 1) Cultivos, 2) Superficie sembrada, 3) Superficie cosechada, 4) Superficie regable, 5) Superficie regada, 6) Rendimiento (t/ha), 7) Producción (t/ha), 8) Precio medio rural (miles de \$/t), 9) Valor de la producción (miles de \$) y 10) Costos de producción (miles de \$/ha). Esta información es procesada en su totalidad campaña tras campaña generando una memoria de bases de datos, por parte de la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), con información de cada uno de los módulos de riego.

#### 3.5.4 Datos meteorológicos

Para el cálculo de algunos indicadores de gestión son necesarios algunos datos climáticos, concretamente: 1) Evapotranspiración real (ET<sub>c</sub>), que incluye la evaporación directa desde el suelo y la transpiración de los cultivos, 2) Precipitación efectiva, 3) Requerimiento de riego y 4) Datos climáticos de cada módulo de riego. Además, se recurrió al análisis de datos a través del Software Cropwat 8.0 (FAO, 2014), para el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos establecidos en el área de estudio.

La mayoría de los datos climatológicos, se obtienen de las estaciones meteorológicas establecidas en diversos módulos, a través de productores cooperantes, coordinadas por el Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES), con la confiabilidad de que se cuentan con datos históricos precisos.

#### 3.5.5 Protocolo de caracterización de módulos de riego

La metodología permitió identificar y comparar las diferentes eficiencias de riego existentes en el distrito. Para ello se realizó un estudio de análisis de la eficiencia en la conversión de varios recursos en productos o salidas con un determinado valor económico.

Una vez desarrolladas las bases de datos, para la organización, y para la descripción de los indicadores; así como un modelo de informe en donde se mostraron las características más significativas de cada uno de los módulos de riego. El siguiente paso fue el proceso de benchmarking al comparar los indicadores, anteriormente calculados, de cada uno de los módulos, con los del resto y con ellos mismos, analizando su serie histórica. Este análisis permitió determinar las relaciones causa-efecto que han llevado a un módulo a una mejor o a una peor eficiencia en el uso de los recursos, y las posibles acciones a realizar encaminadas a mejorar la eficiencia en el uso de agua de riego.

El protocolo para la caracterización, homogenizó la metodología para cada uno de los módulos de riego, determinando la información requerida y el tipo de procesamiento que sería

necesario realizar. En cuanto a la información meteorológica, se calcularon las necesidades de agua para los diversos cultivos, a través del Cropwat 8.0, considerando también las precipitaciones (mm), los cultivos establecidos y sus superficies, los rendimientos (t/ha), el valor de la cosecha (miles de \$), la precipitación efectiva (mm), los volúmenes de agua en m<sup>3</sup>/ha, la ETo (mm), la ETc (mm). Esta información se utilizó en los indicadores de gestión definidos para los cuarenta y dos módulos de riego.

Planteando la siguiente hipótesis: *Los indicadores de gestión permiten ajustarse a los estándares de competitividad, a través del uso eficiente de riego, logrando mayor productividad en la actividad agrícola.*

Los objetivos para este estudio fueron: *1) Caracterizar a los 42 módulos de riego mediante indicadores de gestión y la aplicación de las técnicas de benchmarking, con la finalidad de mejorar el riego donde existan deficiencias y 2) Determinar los elementos fundamentales y propósitos que caracterizan el uso eficiente de agua a través de indicadores de gestión que inciden en el área agrícola de estudio.*

## **3.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.6.1 Cálculos de las variables para la obtención de los indicadores**

Los resultados de las variables que se tomaron en cuenta se detallan a continuación:

#### **3.6.1.1 Cultivos**

Los cultivos considerados en el estudio se clasificaron por la época en que se siembran; para la campaña agrícola Otoño- Invierno se establecen: trigo, cártamo, garbanzo y hortalizas; para la campaña agrícola Primavera-Verano se siembran: algodón, maíz, sorgo y hortalizas. Otros cultivos establecidos que se consideraron son los perennes como: alfalfa y frutales.

#### 3.6.1.2 Superficie sembrada

El cultivo de trigo en el Distrito de Riego, reviste gran importancia ya que ocupa el primer lugar en cuanto a superficie destinada a la producción en cada uno de los módulos de riego durante cuatro años agrícolas, cuya media es del 72,10 % como se observa en la tabla 3.5.



Tabla 3.5. Superficie sembrada en el Distrito. Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Agua, Organismo de Cuenca Noroeste.

Módulo de Riego	Trigo 2011	Trigo 2012	Trigo 2013	Trigo 2014	Promedio
	%	%	%	%	%
K-73.5	83	81	76	81	80,25
K-63	82	75	79	76	78,00
4-P-8	0	64	73	72	52,25
P 10 SUR	62	62	60	70	63,50
4-P-10	64	57	73	70	66,00
K-95	91	77	87	89	86,00
K-105	85	70	80	78	78,25
K-70	93	78	78	95	86,00
SANTINI II	96	93	94	99	95,50
K-68	67	60	59	51	59,25
VEINTE	66	71	74	73	71,00
K-64	74	74	61	68	69,25
DIECIOCHO	82	70	80	81	78,25
K-73.8	76	68	68	76	72,00
K-79	62	58	60	62	60,50
CATORCE	67	68	65	70	67,50
VEINTIDOS	81	84	79	84	82,00
K-66	81	65	69	81	74,00
SANTINI I	92	93	93	93	92,75
K-91 SUR	89	89	89	90	89,25
K-88.5	79	80	76	80	78,75
C.M.D.	74	69	74	77	73,50
NAINARI	0	70	62	56	47,00
MODULO 02	84	57	70	74	71,25
K-91 NORTE	84	77	74	82	79,25
SEIS	74	64	60	68	66,50
DIECISEIS	78	70	79	77	76,00
BACAME	92	84	82	84	85,50
DIECINUEVE	77	78	88	87	82,50
4-P-4	75	73	63	77	72,00
MODULO 10	87	84	87	89	86,75
DIEZ	78	78	69	78	75,75
DOCE	64	61	65	75	66,25
4-P-6	68	69	66	77	70,00
4-P-12	62	47	56	56	55,25
DOS-B	50	33	37	54	43,50
DOS	76	69	82	74	75,25
OCHO	78	73	80	82	78,25
MODULO 11	47	47	62	60	54,00
CUATRO	63	61	57	67	62,00
MODULO 06	80	75	79	82	79,00
MODULO 01	48	43	52	50	48,25
<b>Promedio</b>	<b>71,69</b>	<b>69,50</b>	<b>71,83</b>	<b>75,36</b>	<b>72,10</b>

#### 3.6.1.3 Superficie cosechada

Otra variable importante considerada, fue la superficie cosechada; esto debido a que, pueden ocurrir algunas incidencias que tengan los módulos de riego al contar con algún tipo de siniestro; ya sea de tipo climatológico o biológico y que repercuta tanto en su producción y a la vez en su rentabilidad que les permita ser más eficientes unos que otros.

#### 3.6.1.4 Superficie regable y regada

Como se aprecia en la tabla 3.6., cada uno de los módulos de riego cuentan con una superficie regable que les permite estar en constante producción en función a la disponibilidad de agua en el sistema de presas, y en función a los cultivos que la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), les autorice sembrar. Además, se observa la variación durante los cuatro años de análisis de la superficie regada.

Tabla 3.6. Superficie regable y regada en el Distrito de Riego en cuatro años agrícolas. Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Agua, Organismo de Cuenca Noroeste.

Módulo de Riego	Superficie Regable (ha)	Superficie Regada (ha) 2010-2011	Superficie Regada (ha) 2011-2012	Superficie Regada (ha) 2012-2013	Superficie Regada (ha) 2013-2014
MÓDULO 01	8.504,59	7.138,80	7.558,80	7.934,00	7.976,80
MÓDULO 02	9.643,00	7.460,00	9.773,00	9.072,00	8.966,00
K-63	1.005,41	1.011,00	967,00	1.029,00	1.067,00
K-64	2.742,00	2.722,80	2.466,00	2.615,00	2.773,00
K-66	3.593,57	3.168,00	3.388,00	3.225,00	3.479,00
K-68	4.389,00	4.160,00	4.404,00	4.038,00	3.552,00
K-70	1.963,43	1.813,00	1.809,00	1.869,00	2.015,00
K-73.8	4.420,50	4.203,00	4.138,00	4.310,00	4.370,00
K-79	7.795,06	7.684,90	8.130,00	7.677,00	7.559,00
C.M.D.	4.458,44	4.157,00	4.584,00	4.393,00	4.473,00
MÓDULO 06	10.729,14	10.216,00	10.365,00	10.061,00	10.687,00
K-91 NORTE	4.584,69	4.695,00	4.683,00	4.218,00	4.858,00
K-91 SUR	7.911,92	7.115,00	7.562,00	7.048,00	7.826,00
K-95	2.672,29	2.580,00	2.565,00	2.631,00	2.664,00
K-105	3.669,33	3.644,00	3.468,00	3.374,00	3.570,00
BACAME	4.064,45	4.038,00	4.289,00	3.937,00	4.674,00
SANTINI I	4.721,72	5.256,00	4.930,00	5.011,00	5.013,00
SANTINI II	2.672,29	2.636,00	2.555,00	2.403,00	2.634,00
MÓDULO 10	9.696,55	9.699,00	9.621,00	9.483,00	9.724,00
MÓDULO 11	12.106,77	8.374,80	9.663,00	11.752,00	8.755,00
DOS-B	4.584,97	5.195,70	5.409,20	4.224,00	4.813,30
NAINARI	1.348,94	1.408,00	1.077,00	1.283,00	1.423,00
DOS	8.115,08	6.141,00	6.236,00	7.193,00	6.848,90
CUATRO	9.835,00	9.767,00	9.234,00	8.543,00	9.261,00
4-P-4	5.374,18	5.271,00	5.226,00	4.669,00	4.598,00
4-P-6	5.087,54	4.949,00	4.680,00	4.444,00	4.601,00
4-P-8	8.087,11	7.360,00	5.484,00	6.930,00	6.276,00
4-P-10	1.264,74	1.896,00	1.731,00	1.951,00	2.016,00
4-P-12	4.897,73	4.420,00	4.520,00	4.770,00	4.496,00
SEIS	8.836,21	7.984,00	7.911,00	7.385,00	8.156,00
OCHO	8.836,21	7.634,00	7.327,00	7.691,00	7.949,00
DIEZ	8.672,09	8.008,00	7.860,00	7.908,00	8.345,00
P 10-SUR	1.264,74	1.382,00	1.290,00	1.196,00	1.136,00
DOCE	7.588,73	7.035,00	6.613,00	6.409,00	7.130,00
CATORCE	7.561,21	7.376,00	7.531,00	7.347,00	6.894,00
DIECISEIS	8.967,53	8.461,00	8.749,00	8.442,00	9.037,00
K-73.5	845,16	827,00	802,00	882,00	871,00
DIECIOCHO	2.216,87	2.219,00	2.203,00	2.085,00	2.118,00
DIECINUEVE	3.740,88	3.873,00	3.656,00	3.576,00	3.356,00
VEINTE	4.684,39	4.571,00	4.513,00	4.618,00	4.856,00
K-88.5	5.805,93	5.641,00	5.411,00	5.722,00	5.614,00
VEINTIDOS	4.388,05	4.319,00	3.975,00	4.152,00	4.069,00
<b>Total</b>	<b>233.347,44</b>	<b>217.510,00</b>	<b>218.357,00</b>	<b>217.500,00</b>	<b>220.500,00</b>

La tendencia de la superficie regada es poco significativa, lo cual puede estar indicando que algunos módulos hayan pasado de ineficientes a e eficientes y viceversa en el estudio del Análisis Envolverte de Datos (DEA).

#### 3.6.1.5 Rendimiento (t/ha)

La variable rendimiento, se consideró importante, ya que nos permite determinar en base a las condiciones climatológicas, al manejo en los procesos productivos de los cultivos y al valor de la producción; la utilidad económica que puedan tener los productores en sus hectáreas sembradas.

#### 3.6.1.6 Producción (t)

La producción agrícola es una variable que debe estar controlada y organizada de manera apropiada por parte de los actores involucrados en la actividad, ya que debe ser redituable, con la finalidad de que permanezca en un espacio con beneficios.

#### 3.6.1.7 Precio medio rural (\$/t)

El precio medio rural, es el precio pagado al productor en la venta de primera mano en su parcela o predio y/o en la zona de producción. Este precio, si bien se obtiene del mercado internacional (como es el caso de los granos); no incluye beneficios de ningún otro tipo de subsidios gubernamentales. Esta variable es importante, debido a los costos de producción que se hayan generado en los procesos productivos, aunado a la inflación que se haya tenido.

#### 3.6.1.8 Valor de la producción (miles de \$)

Esta variable, normalmente se puede obtener midiendo la producción y considerando los factores de producción que la hacen posible. Es decir, el valor del producto final puede ser comparado con el valor de cada componente utilizado en su producción.

### 3.6.1.9 Costos de producción (miles \$/ha)

Los costos de producción son importantes considerarlos, debido a que son los que determinan los cultivos a establecer que sean más rentables en función a los factores productivos con los que se cuenta. Además de que son los que permiten hacer una relación entre ingresos y egresos para obtener una utilidad, sin considerar los apoyos del gobierno federal, a través de subsidios.

### 3.6.1.10 Evotranspiración de cultivo (ETc)

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) y las precipitaciones se han obtenido de una serie de estaciones meteorológicas ubicadas en el Distrito, como se muestran en la tabla 3.7.

*Tabla 3.7. Ubicación de las estaciones meteorológicas consideradas en el estudio.*

<b>Estación meteorológica</b>	<b>Ubicación</b>
Jazmín	Módulo 11
Block-111	Dos
Block-609	Cuatro
Block-727	Seis
Block-1317	Diez
Block-1201	Doce
Block-1806	Dieciséis
Block-2210	Diecinueve
Block-2920	K-91 sur
Block-1730	K-95
Block-1418	K-79
Block-414	Módulo 02

La evapotranspiración real (ET<sub>r</sub>), es la cantidad de agua, expresada en mm/día, que es efectivamente evaporada desde la superficie del suelo, y transpirada por la cubierta vegetal; como se muestra en la tabla 3.8. En general cuando se aborda el punto de la evapotranspiración real se hace referencia a la que se obtiene en un balance de humedad en el suelo. En un balance hídrico, la evapotranspiración potencial (o de referencia) sólo se lleva a cabo cuando el suelo dispone de bastante agua para suplirla, de modo que en los períodos sin humedad en el suelo el

valor de la pérdida de humedad puede ser menor que el calculado, es lo que se conoce como evapotranspiración real, que para un mes en concreto sería la suma de la precipitación en ese periodo y la reserva de agua del suelo al inicio del mismo. Solo cuando el valor anterior supera a la evaporación potencial (o referencia), puede satisfacerse ésta y, en este caso, coincide con la real, el exceso de agua permanece como reserva del suelo. En los períodos más húmedos, dicho exceso, puede superar a la capacidad de reserva y existirá una evacuación de la sobrante por drenaje o escorrentía superficial si la permeabilidad del suelo es inferior a la intensidad de la precipitación. Cuanto mayor es la evapotranspiración real de una zona mayor es la formación de biomasa vegetal en la misma, si bien existe una limitación en función de la fertilidad del suelo, que podría constituirse en el factor limitante del crecimiento ([ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal](http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal)).

Tabla 3.8. Elaboración propia. Evapotranspiración real (ETc), calculada a través de Cropwat 8.0 con datos del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES).

<b>Etc Total para cada módulo de riego por año agrícola</b>					
<b>Módulo</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Promedio</b>
K-73.5	653,66	661,77	707,88	605,78	<b>657,27</b>
K-63	617,92	586,42	573,90	491,35	<b>567,40</b>
4-P-8	434,79	623,58	577,81	563,88	<b>550,01</b>
P10-SUR	677,96	648,13	628,50	625,17	<b>644,94</b>
4-P-10	674,56	674,67	563,15	551,27	<b>615,91</b>
K-95	665,97	643,10	422,57	417,11	<b>537,19</b>
K-105	646,40	593,97	480,55	454,09	<b>543,75</b>
K-70	663,11	624,89	470,26	379,92	<b>534,54</b>
SANTINI II	660,72	584,22	411,14	433,33	<b>522,35</b>
K-68	636,23	582,64	501,10	371,65	<b>522,90</b>
VEINTE	537,26	599,46	599,48	501,42	<b>559,40</b>
K-64	648,49	625,14	632,89	507,15	<b>603,42</b>
DIECIOCHO	579,35	616,76	592,07	513,74	<b>575,48</b>
K-73.8	622,53	591,01	468,60	334,06	<b>504,05</b>
K-79	626,02	632,16	568,92	410,23	<b>559,33</b>
CATORCE	614,09	623,01	607,57	505,92	<b>587,65</b>
VEINTIDÓS	601,17	600,56	560,55	513,52	<b>568,95</b>
K-66	673,23	654,54	620,12	542,72	<b>622,65</b>
SANTINI I	671,90	563,75	410,02	431,05	<b>519,18</b>
K-91 SUR	611,95	609,19	559,57	550,24	<b>582,74</b>
K-88.5	600,18	619,18	570,52	515,16	<b>576,26</b>
C.M.D.	635,83	598,23	508,12	361,61	<b>525,95</b>
NÁINARI	576,67	711,97	612,85	541,07	<b>610,64</b>
MÓDULO 02	629,30	692,73	635,13	510,15	<b>616,83</b>
K-91 NORTE	650,06	668,81	633,29	543,76	<b>623,98</b>
SEIS	680,63	654,26	606,82	570,88	<b>628,15</b>
DIECISÉIS	630,88	658,83	608,24	512,93	<b>602,72</b>
BACAME	671,90	567,19	409,70	438,77	<b>521,89</b>
DIECINUEVE	567,41	629,42	607,51	537,11	<b>585,36</b>
4-P-4	660,17	640,07	593,23	535,10	<b>607,14</b>
MÓDULO 10	605,36	622,31	571,80	520,89	<b>580,09</b>
DIEZ	669,35	630,33	560,51	534,06	<b>598,56</b>
DOCE	657,01	700,17	654,73	552,33	<b>641,06</b>
4-P-6	634,75	599,82	596,58	532,60	<b>590,94</b>
4-P-12	692,59	674,76	596,87	566,80	<b>632,75</b>
DOS-B	597,71	536,37	542,08	483,30	<b>539,86</b>
DOS	660,85	685,72	588,41	536,78	<b>617,94</b>
OCHO	706,43	685,59	585,48	607,42	<b>646,23</b>
MÓDULO 11	631,00	620,83	600,19	561,39	<b>603,35</b>
CUATRO	685,36	710,09	661,63	581,85	<b>659,73</b>
MÓDULO 06	671,78	624,57	524,76	387,70	<b>552,20</b>
MÓDULO 01	647,72	890,98	615,34	578,16	<b>683,05</b>
<b>Promedio</b>	<b>683,13</b>	<b>685,07</b>	<b>615,56</b>	<b>553,03</b>	<b>586,28</b>

La ubicación de las estaciones meteorológicas se encuentra en terrenos de diferentes módulos de riego, denominados como “cooperantes” y los datos meteorológicos son considerados también para otros en base a su cercanía más próxima como se muestra en la figura 3.13.

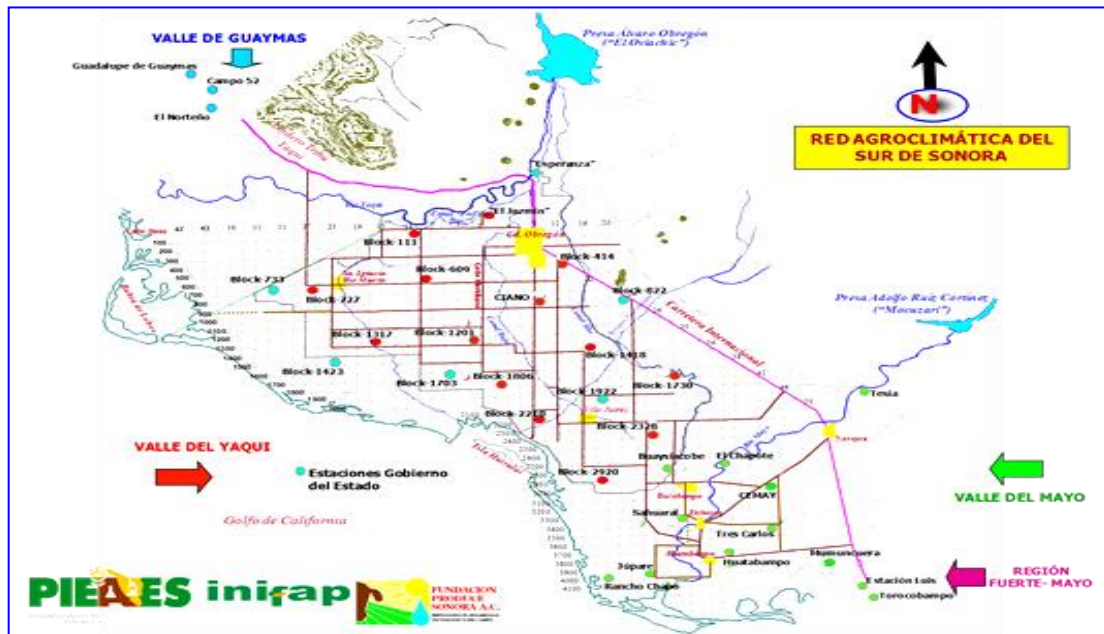


Figura 3.13. Estaciones meteorológicas en el Distrito de Riego. Fuente: Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES).

### 3.6.1.11 Precipitación efectiva

Pérez (2007), dice que la precipitación efectiva indica la fracción de agua de lluvia que realmente se infiltra en el suelo y que, por lo tanto, se encuentra disponible para el cultivo. Para este estudio el cálculo de la Precipitación Efectiva (Pef) se llevó a cabo a través del Cropwat 8.0, para cada uno de los módulos de riego en los cuatro años agrícolas analizados, lo cual nos proporcionó el aprovechamiento real de las precipitaciones en los cultivos.

### 3.6.1.12 Requerimiento de riego

El requerimiento de riego permitió determinar el indicador de Suministro Relativo de Agua (RWS), lo cual establece si un riego es eficiente o deficitario; "El riego deficitario es una estrategia de optimización en la cual la irrigación es aplicada durante las fases sensibles a la sequía de un cultivo". Fuera de estos períodos, la irrigación es limitada o incluso innecesaria si el agua de lluvia provee con una mínima cantidad de agua. La restricción del agua se limita a las fases fenológicas donde la sequía es tolerada, normalmente las etapas vegetativas y el período de



maduración final. La aplicación total de la irrigación no es por lo tanto proporcional a los requerimientos de riego durante el ciclo de cultivo. Si bien esto inevitablemente resulta en el estrés por sequía de la planta y en la pérdida consecuente de producción, el riego deficitario maximiza la productividad del agua de riego, la cual es el principal factor limitador (English, 1990).

### 3.6.2 Caracterización

En el presente estudio se exponen los resultados alcanzados para la caracterización de cada uno de los cuarenta y dos módulos de riego que conforman el DRRY 041. La importancia del estudio radica en que se han obtenido resultados para los últimos cuatro años agrícolas 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014; a través de los indicadores de gestión, así como de las técnicas de benchmarking, con la finalidad de mejorar el riego donde existen deficiencias; establecidos en la metodología.

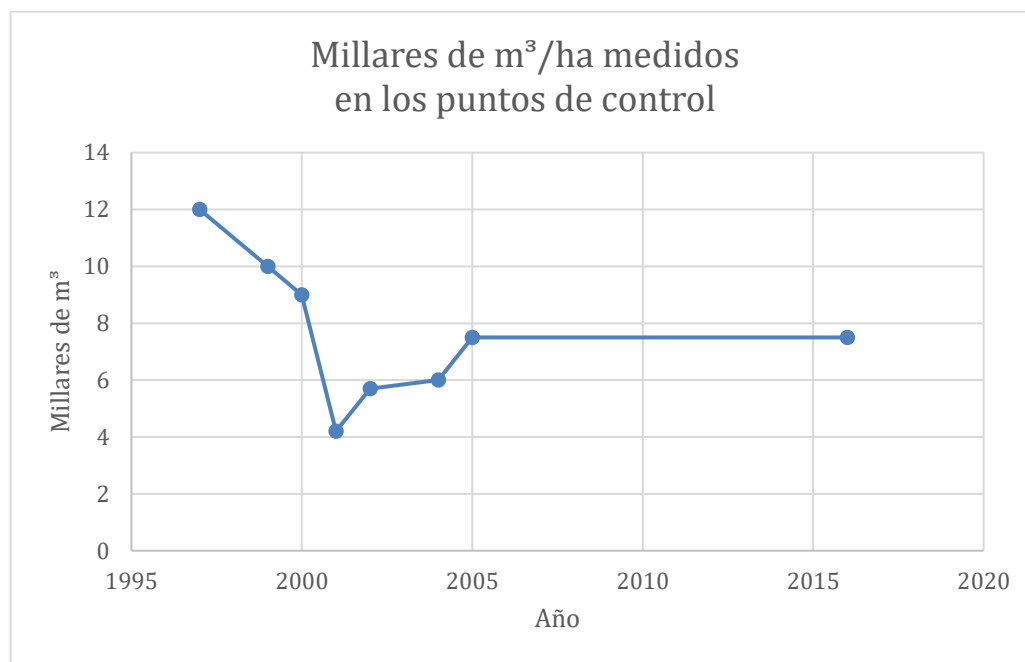
Al contar con 42 módulos de riego, 19 indicadores y 4 años agrícolas; el conjunto de información ha sido muy extensa, lo cual puede limitar en realizar un análisis detallado; por lo que se trató de determinar cada uno de ellos lo más preciso posible con la finalidad de conocer la eficiencia en el uso de agua.

Los indicadores obtenidos en cada uno de los ciclos agrícolas de cada uno de los módulos de riego, han permitido clarificar el comportamiento en cuanto a la eficiencia en el uso de agua (Anexo 1).

#### 3.6.2.1 Caracterización de los módulos de riego y del distrito con los indicadores más representativos.

El distrito de riego ha dotado al productor con un volumen de agua por ha, determinado (figura 3.14.). La dotación volumétrica de agua inició en 1997, con un volumen bruto de 12 millares de m<sup>3</sup>/ha por año medidos a punto de control (es el punto de unión del canal alto o canal bajo con cualquiera de los canales laterales del distrito), esto significó regar una ha completa de trigo y el 50% de una ha de un cultivo como de maíz de verano. A partir de esta dotación, ésta disminuyó en

1999 a 10 millares de m<sup>3</sup>/ha por año, después en el año 2000 a 9 millares de m<sup>3</sup>/ha, así debido a los bajos almacenamientos en el sistema de presas la campaña agrícola otoño-invierno 2000-2001 inició con 4,2 millares de m<sup>3</sup>/ha, y debido a la recuperación de las presas en el mes de octubre se actualizó a 5,7 millares de m<sup>3</sup>/ha, en la campaña agrícola 2002-2003 fue de 6,0 millares de m<sup>3</sup>/ha. Los últimos años hasta el 2013-2014, la dotación ha sido de 7,5 millares de m<sup>3</sup>/ha (75 cm de lámina de riego) (Ortiz, 2010).



*Figura 3.14. Dotación al productor de un volumen de agua por ha/año.*

### 3.6.3 Indicadores de gestión

Mediante los indicadores de gestión, se expresan cuantitativamente los resultados evaluados, con el propósito de valorar el trabajo que ha desarrollado el Distrito, a través de sus objetivos y metas con respecto a los módulos de riego. Además, los indicadores proporcionan información importante para corregir o adecuar condiciones desfavorables que se hayan llevado a cabo durante los últimos cuatro años analizados.

### 3.6.4 Indicadores de rendimiento

#### 3.6.4.1 Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m<sup>3</sup>)

Este indicador esta dado a través de la planeación que desarrolla el Distrito, ya que se lleva a cabo un balance en función al volumen de agua disponible para riego, los cultivos a establecer y la distribución mensual de estos volúmenes de acuerdo al comportamiento de las campañas agrícolas anteriores. Se toman en cuenta, los cultivos que sean de mayor rentabilidad al productor y que sean cultivos que demanden el menor volumen posible; asegurando la sustentabilidad del recurso agua y otorgue un mayor beneficio por millar de metro cúbico utilizado.

El volumen de agua de riego, se suministra de acuerdo a la disponibilidad del agua en las presas. Al final de la campaña agrícola (30 de septiembre), la Conagua determina el volumen almacenado en el sistema de presas y de esta manera obtiene el volumen disponible para cada uno de los usuarios de la cuenca. Cuando se conoce el volumen disponible para el DRRY 041, este se divide de manera proporcional entre todos los usuarios, y este volumen es el que se le suministra a cada uno de los módulos de acuerdo a la superficie que siembran. En la tabla 3.9. y figura 3.15., se observa el volumen suministrado en millones de metros cúbicos de gravedad por módulo de riego a los diferentes puntos de control.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 3.9. Suministro de agua de riego en Millones de metros cúbicos. Elaboración propia. Fuente: Distrito de Riego del Río Yaqui 041. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2014.*

<b>MÓDULO DE RIEGO</b>	<b>2010-2011</b>	<b>2011-2012</b>	<b>2012-2013</b>	<b>2013-14</b>
	<b>Volumen de Gravedad a Punto de Control</b>	<b>Volumen de Gravedad a Punto de Control</b>	<b>Volumen de Gravedad a Punto de Control</b>	<b>Volumen de Gravedad a Punto de Control</b>
<b>MÓDULO 01</b>	48.688,740	42.816,525	38.249,256	34.140,118
<b>MÓDULO 02</b>	53.712,108	41.107,264	42.453,054	38.647,991
<b>K-63</b>	6.667,734	5.727,064	5.742,504	4.919,217
<b>K-64</b>	20.278,674	16.340,640	15.312,752	17.618,375
<b>K-66</b>	27.638,745	21.782,235	21.415,531	21.023,235
<b>K-68</b>	28.585,909	21.559,690	23.309,450	21.727,773
<b>K-70</b>	16.566,311	11.779,485	11.602,249	11.871,761
<b>K-73.8</b>	31.634,329	24.567,762	26.434,535	25.387,544
<b>K-79</b>	75.117,434	59.496,839	57.988,092	62.011,870
<b>C.M.D</b>	29.639,049	28.014,741	28.753,301	30.673,605
<b>MÓDULO.06</b>	83.507,909	70.809,848	74.914,494	71.545,063
<b>K-91 NORTE</b>	31.284,592	28.431,991	26.530,700	20.600,409
<b>K-91 SUR</b>	46.544,829	45.462,465	42.357,198	40.584,612
<b>K-95</b>	21.373,299	18.436,610	19.162,333	17.480,229
<b>K-105</b>	27.424,583	22.389,404	22.817,439	21.771,200
<b>BACAME</b>	37.613,594	32.721,361	33.218,315	30.547,910
<b>SANTINI I</b>	41.034,059	36.778,569	39.874,359	38.425,316
<b>SANTINI II</b>	22.925,953	18.073,601	20.655,209	20.276,861
<b>MÓDULO 10</b>	86.202,253	81.219,238	80.244,722	74.399,148
<b>MÓDULO 11</b>	59.523,148	56.847,126	50.115,688	45.676,883
<b>DOS-B</b>	34.032,007	21.874,323	24.792,195	28.886,682
<b>DOS</b>	43.781,273	39.959,583	38.099,730	40.241,049
<b>NÁINARI</b>	8.338,512	7.512,464	7.501,419	7.378,793
<b>CUATRO</b>	83.572,849	77.126,315	77.039,294	83.780,610
<b>4-P-4</b>	57.903,652	50.397,697	51.765,729	49.187,943
<b>4-P-6</b>	51.725,220	47.739,080	45.213,255	48.082,673
<b>4-P-8</b>	70.415,490	61.846,190	63.564,704	60.578,323
<b>4-P-10</b>	22.045,956	20.923,584	19.166,297	23.057,769
<b>4-P-12</b>	40.465,418	37.649,846	41.295,207	42.857,354
<b>SEIS</b>	67.573,843	54.348,644	44.261,343	60.582,607
<b>OCHO</b>	59.399,666	56.230,934	53.072,558	60.022,885
<b>DIEZ</b>	55.534,895	44.628,461	47.350,493	51.641,312
<b>P-10-SUR</b>	12.302,054	9.143,416	8.584,967	9.613,362
<b>DOCE</b>	76.070,270	55.398,716	54.934,092	60.131,180
<b>CATORCE</b>	61.230,218	49.713,980	45.812,504	48.799,554
<b>DIECISÉIS</b>	78.662,350	68.270,504	68.556,623	71.241,831
<b>K-73.5</b>	5.280,806	5.294,015	4.641,502	4.431,046
<b>DIECIOCHO</b>	17.358,626	16.171,647	16.470,930	17.968,894
<b>DIECINUEVE</b>	27.899,717	24.261,921	24.395,544	25.223,494
<b>VEINTE</b>	35.869,170	33.574,911	31.303,746	31.393,728
<b>K 88.5</b>	49.988,713	38.103,185	37.115,996	39.293,810
<b>VEINTIDÓS</b>	37.583,888	31.690,838	29.667,548	30.951,744
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.792.997,845</b>	<b>1.536.222,712</b>	<b>1.515.756,857</b>	<b>1.544.675,763</b>

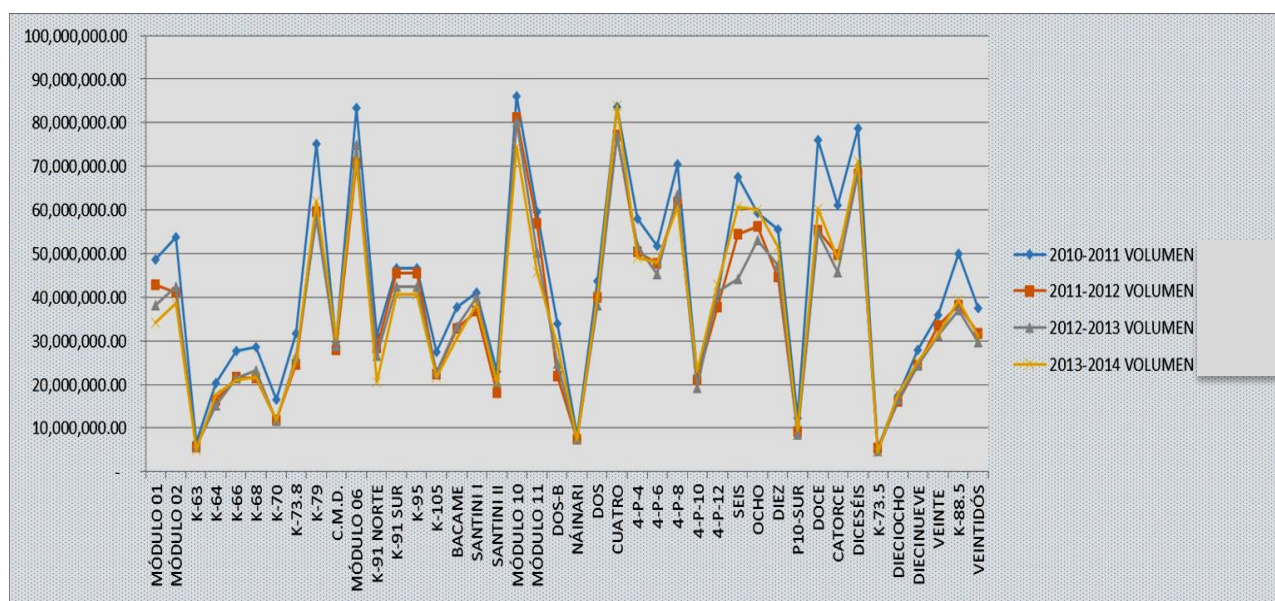


Figura 3.15. Millones de m³ de agua de riego suministrados a los módulos de riego.

#### 3.6.4.2 Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m³)

Existen 320 pozos profundos, que usados directamente o mezclados con agua de gravedad, tienen una capacidad de aportación anual de 450 millones de m³, volumen que complementa los planes de riego en segundos cultivos, a la vez que sirve para abatir el nivel freático. En Tabla 3.10., se observa el volumen suministrado en Millones de m³ a través de los pozos profundos por módulo de riego.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 3.10. Suministro de agua de riego en Millones de m<sup>3</sup> a través de pozos profundos. Elaboración propia.  
Fuente: Distrito de Riego del Río Yaqui 041. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2014.*

<b>MÓDULO DE RIEGO</b>	<b>2010-2011</b>	<b>2011-2012</b>	<b>2012-2013</b>	<b>2013-14</b>
	<b>Volumen Suministrado de Pozos</b>	<b>Volumen Suministrado de Pozos</b>	<b>Volumen Suministrado de Pozos</b>	<b>Volumen Suministrado de Pozos</b>
<b>MÓDULO 01</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>MÓDULO 02</b>	4.767,054	5.190,313	4.594,909	4.207,432
<b>K-63</b>	294,498	363,844	286,254	286,049
<b>K-64</b>	3.472,650	4.209,416	2.762,006	2.294,487
<b>K-66</b>	3.717,108	5.159,478	4.087,300	4.018,171
<b>K-68</b>	4.199,803	7.352,889	6.425,645	5.239,552
<b>K-70</b>	345,973	1.070,750	1.290,704	1.182,877
<b>K-73.8</b>	5.389,855	7.083,890	6.782,513	8.068,189
<b>K-79</b>	3.173,854	5.753,471	6.451,848	5.986,085
<b>C.M.D</b>	7.289,834	8.002,590	5.397,262	5.206,876
<b>MÓDULO.06</b>	12.552,631	20.455,321	17.050,743	19.469,403
<b>K-91 NORTE</b>	6.324,503	9.098,672	11.553,966	14.922,953
<b>K-91 SUR</b>	6.902,729	8.335,528	8.089,655	8.123,908
<b>K-95</b>	1.577,225	2.845,804	2.665,604	1.644,719
<b>K-105</b>	2.623,599	1.450,447	1.962,675	1.971,295
<b>BACAME</b>	3.288,261	3.857,836	4.814,706	5.985,902
<b>SANTINI I</b>	1.036,188	1.266,750	1.621,752	1.457,899
<b>SANTINI II</b>	1.291,744	1.772,276	1.037,587	1.198,325
<b>MÓDULO 10</b>	417,411	48,114	570,983	1.052,388
<b>MÓDULO 11</b>	14.654,351	19.126,498	20.728,826	19.444,807
<b>DOS-B</b>	9.004,846	14.716,017	15.263,154	13.090,968
<b>DOS</b>	18.017,528	18.936,024	18.974,376	13.674,859
<b>NÁINARI</b>	1.851,437	2.048,566	2.518,369	2.813,324
<b>CUATRO</b>	1.980,798	2.952,111	3.620,790	3.878,960
<b>4-P-4</b>	4.618,846	4.674,474	4.454,280	3.855,132
<b>4-P-6</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>4-P-8</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>4-P-10</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>4-P-12</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>SEIS</b>	14.588,812	13.857,463	15.885,633	9.360,456
<b>OCHO</b>	10.098,740	7.580,131	6.959,376	3.944,938
<b>DIEZ</b>	18.195,028	21.493,586	17.615,839	18.746,199
<b>P-10-SUR</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>DOCE</b>	4.482,246	9.084,431	6.861,499	7.162,128
<b>CATORCE</b>	6.893,410	9.372,908	10.425,611	9.042,300
<b>DIECISÉIS</b>	2.505,492	3.660,768	4.045,870	3.437,705
<b>K-73.5</b>	0,000	169,488	362,736	458,568
<b>DIECIOCHO</b>	0,000	0,000	279,504	49,536
<b>DIECINUEVE</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>VEINTE</b>	600,870	82,210	0,000	0,000
<b>K 88.5</b>	7.313,726	7.253,236	8.547,721	5.769,612
<b>VEINTIDÓS</b>	4.218,434	7.170,959	8.156,141	4.865,101
<b>PROMEDIO</b>	<b>187.689,484</b>	<b>235.496,259</b>	<b>232.145,837</b>	<b>211.911,103</b>

### 3.6.4.3 Eficiencia de distribución

Considerando que parte del agua de riego se pierde en el distrito, a través de la distribución por falta de canales revestidos, tanto en los canales principales que comprenden 292 km de longitud y de los cuales se encuentran revestidos únicamente 91 km (31%), así como de los canales secundarios que cuentan con 3.204 km de longitud y de los cuales únicamente 776,8 km (24,2%) están revestidos; además de incluir la forma de aplicación del riego en cada uno de los módulos. Por ello, es necesario que el agua de riego cuando se entrega (bajo programa) en los puntos de control de canales laterales o tomas directas de los módulos de riego a los representantes de las Asociaciones Civiles, mismos que distribuyen y proporcionan directa o a través de los técnicos de los módulos, el servicio de riego a los usuarios sea lo más eficiente posible. Además de considerar problemas de revestimiento y/o entubamiento de las regaderas, así como nivelación de terrenos agrícolas e implementación de drenaje parcelario para sanear suelos con problemas de salinidad.

En los Distritos de Riego en México, la eficiencia de conducción en canales, se ha estimado en el orden del 65% y a nivel parcelario en un 52,5%. Para obtener la eficiencia global, se considera la eficiencia de conducción multiplicada por la eficiencia a nivel parcelario; la cual da como resultado un 34,1%; es decir, de cada 1,000 litros de agua para riego, el cultivo aprovecha únicamente 341 litros.

En el Distrito de Riego 041, la eficiencia de conducción en canales, se ha estimado en el orden del 65%, dando como resultado una eficiencia a nivel parcelario del 70% e interparcelario (canales de la parcela) del 85%; lo cual se traduce en un 59,5% de eficiencia parcelaria. Para obtener la eficiencia global, se considera la eficiencia de conducción multiplicada por la eficiencia de la parcela; la cual da como resultado un 38,68%; es decir, de cada 1,000 litros de agua para riego, el cultivo aprovecha únicamente 386,8 litros.

Para conocer la eficiencia de riego en el Distrito y conocer el potencial de mejora que debe desarrollarse en la zona de estudio, se dio énfasis a los indicadores de gestión: **1) Suministro Relativo de agua (RWS)** y **2) Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS)**, ya que precisan sobre

la condición de escasez o exceso de agua y de cómo ajustar la aplicación de agua con respecto a la demanda.

#### 3.6.4.4 Suministro relativo de agua (RWS)

Al contar el distrito con 42 módulos de riego y haber analizado 4 años; se ha generado una cantidad importante de información, debido a la extensión territorial del distrito. En base a los valores obtenidos, se determinó que la mayoría de los módulos de riego sobrepasan la unidad (1,0) como se observa en la figura 3.16. La mayoría de los datos obtenidos para este indicador nos muestran que no ha habido problemas de disponibilidad de agua.

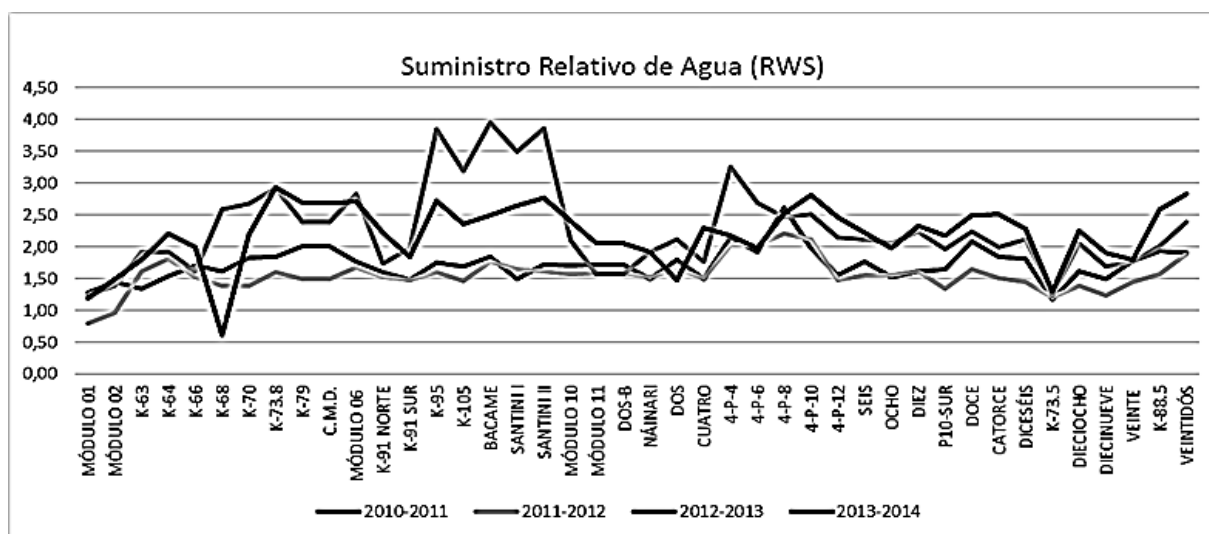


Figura 3.16. Indicador Suministro Relativo de Agua (RWS) para cada módulo de riego en el Distrito de Riego, México. Por año agrícola.

En su conjunto para este indicador, se determinó que el distrito se encuentra usando agua de riego por encima de lo requerido, lo cual se traduce en pérdidas de recursos naturales y económicos, que pueden llegar a ocasionar falta de agua en la presa; generando un ajuste drástico como se desarrolló en el año 2003-04 cuando no se regó ninguna hectárea con agua de las presas, utilizando solo agua de pozos.



Con el propósito de corroborar mejor la eficiencia de riego, se analizaron a mayor detalle estos porcentajes con el indicador Relative Irrigation Supply (Suministro Relativo de Agua de Riego).

#### 3.6.4.5 Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS)

Una vez obtenidos los valores para el Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS), y considerando la situación actual de la infraestructura de riego en el Distrito, se determinó que los valores, se pueden clasificar con cinco categorías como se observa en la tabla 3.11., en función al planteamiento inicial realizado por (Pérez, 2007).

*Tabla 3.11. Categorías para evaluar el RIS en el Distrito de Riego.*

<b>Valor del RIS</b>	<b>Tipo de Riego</b>
0,7 – 0,9	Riego deficitario
0,9 – 1,4	Riego adecuado
1,4 – 1,9	Riego en exceso
1,9 – 2,4	Riego muy en exceso
> 2,4	Riego extremo

Los valores de 0,7 a 0,9 se clasifican en un riego deficitario (el cual puede causar estrés en el cultivo y como consecuencia, reducción de los rendimientos). Rangos más altos indican una eficiencia de riego baja. Para este estudio se propone un rango entre 0,9 y 1,4; considerándolo como un riego adecuado debido lo extenso de la infraestructura de riego y a la falta de revestimiento en los canales principales y secundarios que irrigan los módulos de riego, como se aprecian en los resultados en la tabla 3.12.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO**  
**No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 3.12. Indicador Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS) según la campaña agrícola, por módulo de riego del Distrito de Riego, México.*

MÓDULO DE RIEGO	2010-2011 RIS	2011-2012 RIS	2012-2013 RIS	2013-2014 RIS
MÓDULO 01	1,08	0,81	0,82	0,80
MÓDULO 02	1,32	0,72	0,86	0,97
K-63	1,18	1,12	1,08	1,03
K-64	1,42	1,39	1,18	1,49
K-66	1,51	1,24	1,30	1,37
K-68	1,31	1,16	1,74	2,29
K-70	1,45	1,16	1,61	1,80
K-73.8	1,47	1,32	1,81	2,48
K-79	1,73	1,32	1,99	2,47
C.M.D.	1,46	1,34	1,69	2,39
MÓDULO 06	1,46	1,45	2,13	2,36
K-91 NORTE	1,28	1,30	1,47	1,46
K-91 SUR	1,27	1,30	1,34	1,22
K-95	1,39	1,42	2,15	1,78
K-105	1,31	1,28	1,78	1,53
BACAME	1,62	1,66	2,51	1,82
SANTINI I	1,21	1,53	2,17	1,89
SANTINI II	1,42	1,48	2,38	1,92
MÓDULO 10	1,53	1,41	1,56	1,58
MÓDULO 11	1,48	1,31	1,11	1,46
DOS-B	1,46	1,33	1,95	1,83
NÁINARI	1,39	1,27	1,35	1,44
DOS	1,59	1,45	1,40	1,48
CUATRO	1,33	1,27	1,49	1,75
4-P-4	1,87	1,74	2,20	2,18
4-P-6	1,71	1,77	1,82	1,99
4-P-8	2,38	1,86	1,67	1,76
4-P-10	1,78	1,84	1,84	2,16
4-P-12	1,36	1,27	1,55	1,77
SEIS	1,56	1,38	1,48	1,60
OCHO	1,33	1,33	1,42	1,41
DIEZ	1,41	1,38	1,57	1,63
P10-SUR	1,38	1,12	1,23	1,56
DOCE	1,82	1,44	1,62	1,96
CATORCE	1,58	1,29	1,39	1,88
DICESÉIS	1,58	1,28	1,53	1,81
K-73.5	1,02	1,06	0,89	0,99
DIECIOCHO	1,40	1,21	1,47	1,73
DIECINUEVE	1,33	1,07	1,20	1,47
VEINTE	1,56	1,26	1,22	1,35
K-88.5	1,74	1,41	1,47	1,67
VEINTIDÓS	1,68	1,69	1,70	1,82
<b>PROMEDIO DRRY</b>	<b>1,48</b>	<b>1,34</b>	<b>1,57</b>	<b>1,70</b>

En la figura 3.17. (a), se observan los valores obtenidos para cada módulo de riego en las campañas agrícolas 2010/2011 con un promedio del RIS de 1,48 en el Distrito, lo cual, al considerar el área agrícola tan extensa y la distribución del recurso a través de las condiciones de la red de canales; se estima como un promedio de riego en exceso. Aunque al considerar la variación de cada módulo de riego, y al segregarlos, se observan los diferentes niveles de eficiencia en la utilización del recurso agua, a través de las categorías propuestas para este estudio; por tanto, se debe poner en marcha el benchmarking para conocer lo que hacen los módulos más eficientes y llegar a ser como ellos. Estos resultados expresan como con el indicador RIS, es viable considerar la contribución del recurso agua en función de lo que demandan los cultivos en el área agrícola. En esta campaña agrícola, 17 (40,47%) de los módulos de riego están regando de forma adecuada; y el resto cae en las otras cuatro categorías propuestas. En este caso no existe ninguno que presente riego deficitario.

En la figura 3.17. (b), se determina que las campañas agrícolas 2011-2012, fueron las más eficientes que el resto de las campañas analizadas. El promedio del RIS fue de 1,34 y 26 módulos de riego (61,9%) se encuentran en la categoría de un riego adecuado. A pesar de ello, el Módulo 01 presenta riego deficitario en los últimos tres años y el Módulo 02 presentan riego deficitario en los años 2011-2012 y 2012-2013, a pesar de ser los dos primeros módulos más cercanos al inicio de la red de canales y consecuente con la distribución del recurso agua; lo cual debe ser considerado por el mismo distrito de riego, con la finalidad de corregir esta deficiencia. El resto de los módulos deberá disminuir sus rangos obtenidos, en virtud de que se encuentran por encima de lo adecuado.

Para las campañas agrícolas 2012-2013 disminuye considerablemente la eficiencia del distrito de riego en su conjunto, y por ende en la mayoría de los módulos de riego como se aprecia en la figura 3.17. (c). Este año, solamente 11 de los 42 módulos de riego contaron con un riego adecuado (26,19%), lo cual indica que hubo un desajuste para aquellos que venían haciendo las cosas bien. Se aprecia que siete módulos (16,66%) presentaron un riego en exceso y un módulo de riego presentó un riego muy en exceso. Al no aprovechar adecuadamente el agua de riego, presentará un déficit en los próximos años como se aprecia en la tendencia de la siguiente campaña agrícola y que en un futuro no haya alternativa de solución cuando haya escasez del vital líquido

en el sistema de presas que irrigan el distrito, además de la explosión demográfica para cubrir las necesidades básicas.

Por último, en la figura 3.17. (d), al analizar las campañas agrícolas 2013-2014 se puede indicar que la eficiencia cayó drásticamente en la mayoría de los módulos de riego (88,09%) y solamente cinco módulos contaron con un riego adecuado; incluso se puede indicar que, de estos cinco módulos, dos de ellos (K-63 y K-91 SUR) presentaron en los cuatro años analizados un riego adecuado, por lo que se deben considerar más a detalle para analizar a través del benchmarking, qué es lo que están haciendo para contar con esa eficiencia. Para el módulo K-91 SUR un aspecto importante para contar con esa eficiencia, es que a través de muchos años el representante ha capacitado a sus regadores, los conoce y tiene la confianza de contar con ellos, además de encadenar sus riegos con un programa adecuado y oportuno, que les permite utilizar el agua de una forma correcta.

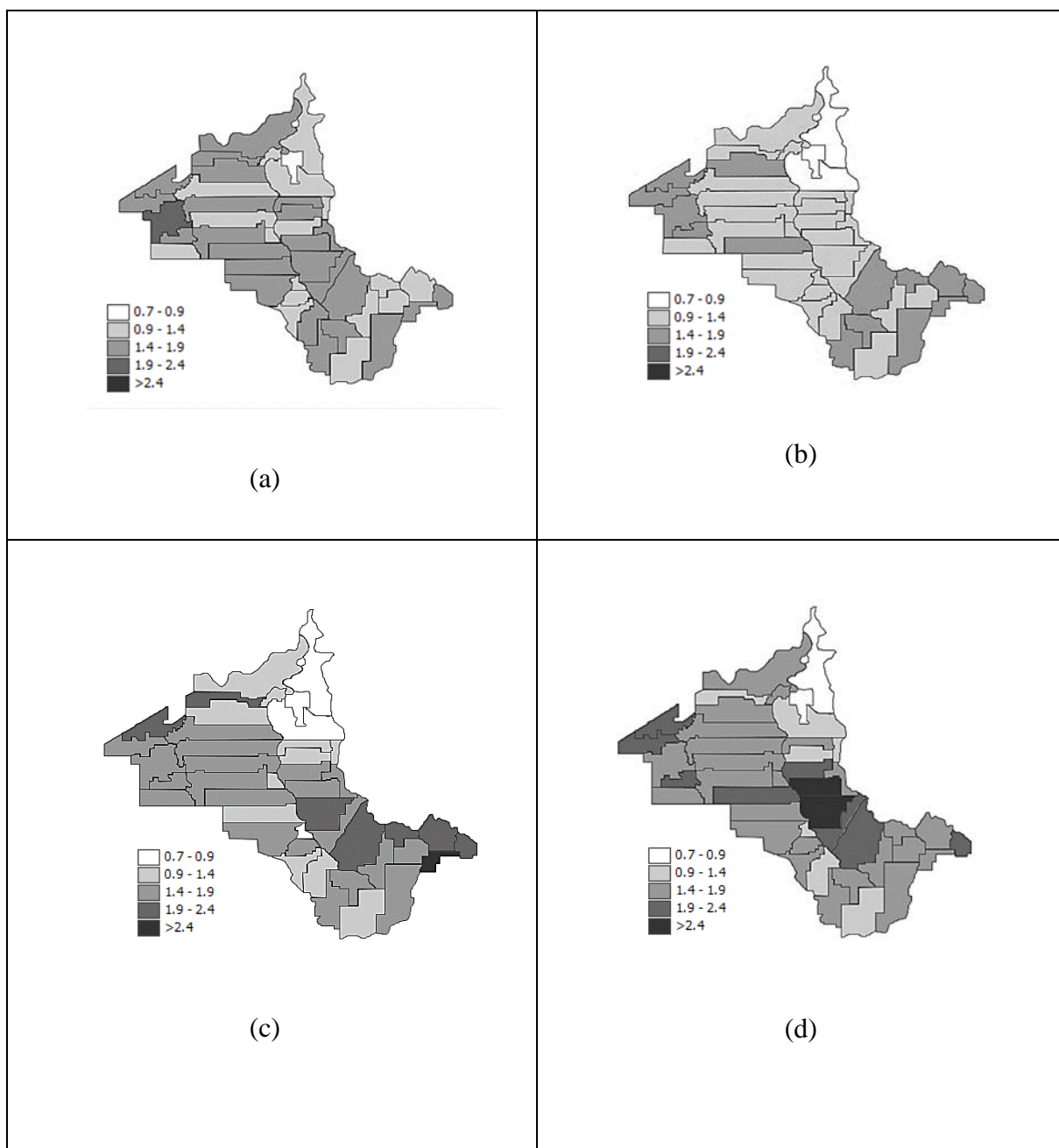


Figura 3.17. Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS) Por módulo de riego del Distrito de Riego, México, para las campañas agrícolas (a) 2010-2011, (b) 2011-2012, (c) 2012-2013 y (d) 2013-2014.

### 3.6.5 Indicadores de eficiencia en la productividad

La visión actual de los negocios considera que el objetivo principal de las empresas es generar valor. Para lograr la supervivencia de la empresa este valor debe repartirse equilibradamente entre los clientes, los propietarios y los trabajadores. Si una empresa realiza

cambios para mejorar su producción, debe conseguir que las prestaciones de sus productos o servicios aumenten en mayor medida de lo que aumentan los costos en los que incurre para lograr las modificaciones. Esto será posible en la medida en que la conducta de los trabajadores (indicadores de recursos humanos) favorezca las mejoras en los procesos y productos (indicadores productivos) que son necesarias para que la empresa sea rentable (García, M. y García S., 2015). En este contexto, se asumen los indicadores de productividad para el distrito analizado. Los indicadores considerados, proporcionan información importante para la toma de decisiones futuras en el ámbito de la producción agrícola; para lo cual se hará énfasis en el indicador que se detalla a continuación:

#### 3.6.5.1 Productividad por unidad de agua de riego suministrada

Al convertir este indicador en términos económicos, donde se determina el valor total de la producción agrícola (cantidad total recibida por los agricultores, estimado a precios de mercado local); entre el volumen de agua de riego suministrada a los usuarios (medido en la unión entre el sistema de distribución y la toma del agricultor); se puede indicar que existen grandes variaciones en cada uno de los módulos de riego en función a su producción. Estos valores, mientras mayores sean, mayor será la eficiencia o productividad en el uso del recurso agua, como se muestra en la tabla 3.13.

Tabla 3.13. Productividad por unidad de agua de riego suministrada para cada módulo en el Distrito de Riego, México. Para las campañas agrícolas, en pesos por m<sup>3</sup> (\$/m<sup>3</sup>).

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
MÓDULO 01	2,63	3,81	5,30	7,17
MÓDULO 02	2,88	5,89	6,55	8,68
K-63	3,23	5,53	7,01	13,83
K-64	3,00	4,12	6,64	8,59
K-66	2,22	5,04	5,99	7,58
K-68	3,67	7,29	6,45	8,98
K-70	1,80	4,10	5,32	4,51
K-73.8	2,92	5,45	6,45	10,71
K-79	2,68	4,02	5,20	6,90
C.M.D.	2,88	4,53	4,63	6,73
MÓDULO 06	2,18	3,76	3,82	5,17
K-91 NORTE	2,98	3,42	4,94	8,93
K-91 SUR	3,09	4,23	5,29	6,08
K-95	2,44	3,78	4,33	6,65
K-105	3,09	4,67	3,76	7,03
BACAME	1,84	2,91	3,37	4,57
SANTINI I	2,21	3,15	3,46	3,92
SANTINI II	2,12	3,19	3,45	3,32
MÓDULO 10	2,26	3,07	3,56	4,81
MÓDULO 11	2,90	3,75	7,25	7,39
DOS-B	2,99	5,47	6,60	6,09
NÁINARI	2,84	3,23	4,37	6,27
DOS	2,74	3,91	5,39	7,04
CUATRO	2,33	3,22	4,41	5,27
4-P-4	1,79	2,64	3,47	4,03
4-P-6	1,83	3,00	3,50	3,72
4-P-8	5,99	2,14	3,27	3,83
4-P-10	2,06	2,40	3,68	4,62
4-P-12	2,26	2,95	3,47	4,19
SEIS	2,62	4,21	6,15	5,93
OCHO	2,40	3,23	4,33	4,55
DIEZ	2,84	4,85	6,47	7,56
P10-SUR	3,04	4,49	5,42	3,68
DOCE	2,03	3,33	3,76	4,60
CATORCE	2,79	4,66	6,21	8,02
DIECISÉIS	2,28	3,38	4,17	6,01
K-73.5	2,81	3,54	5,16	5,95
DIECIOCHO	2,23	3,32	3,96	4,60
DIECINUEVE	2,37	3,61	4,22	4,50
VEINTE	2,96	4,04	5,15	7,16
K-88.5	2,32	3,62	4,71	6,18
VEINTIDÓS	2,23	3,44	4,18	5,16

Es importante la variación de un año con respecto a otro, en función de cómo se rigieron los precios agrícolas en el mercado. En el primer año analizado, el promedio en el distrito fue de 2,64 pesos por m<sup>3</sup> de agua suministrada y el módulo de riego 4-P-8 fue el más rentable, donde se

puedo obtener un promedio de 5,99 pesos por m<sup>3</sup> de agua suministrada; y el módulo 4-P-4 fue el menos rentable con un promedio 1,79 por m<sup>3</sup> de agua suministrada.

Al analizar el módulo 4-P-8 en el año 2010-2011 donde fue el más rentable que el resto de los módulos de riego, con un promedio 7,29 pesos por m<sup>3</sup> de agua suministrada; se determinó que no sembró ni una sola ha de trigo, estableciendo el 67,36% de superficie con otros cultivos (hortalizas), lo que le llevó a contar con un mayor ingreso económico por ha producida y el módulo 4-P-4 sembró el 75,88% de trigo y fue el menos rentable que el resto de los módulos de riego.

En el año 2011-2012 el mejor módulo de riego en cuanto a la productividad de agua fue el K-68, con un promedio 7,29 pesos por m<sup>3</sup> de agua suministrada, se puede observar que sembraron diversos cultivos, es decir, el 20,6% de otros cultivos (hortalizas); el 60% de trigo y el resto de algodón, maíz, alfalfa, cártamo, y garbanzo; y el módulo de riego menos productivo fue precisamente el módulo 4-P-8 que había presentado el año anterior ser el mejor, esto debido a que este año revirtió sus cultivos sembrados y solamente consideró un 5,59% de hortalizas y el 63,91% de trigo, lo que redujo sus ingresos totales. En el año 2012-2013, se considera el más homogéneo en cuanto a la productividad por unidad de agua de riego, ya que, aunque hubo diferencias, el promedio fue de 4,89 pesos por m<sup>3</sup>. La productividad de agua para el módulo 11, presentó un promedio de 7,25 pesos por m<sup>3</sup> de agua suministrada, estableciendo únicamente el 53,80% de trigo. En el último año, existen dos módulos de riego con una alta productividad por unidad de agua de riego suministrada y son el K-63 con una productividad de agua de 13,83 pesos por m<sup>3</sup> de agua suministrada; sembrando 78,05% de trigo y 13,90% de hortalizas y el módulo K-73.8 con una productividad de agua de 10,71 pesos por m<sup>3</sup> de agua suministrada; sembrando 72,83% de trigo y un 14,13% de hortalizas; el comportamiento del establecimiento de cultivos, de los módulos que fueron eficientes por lo menos un año, se presenta en la tabla 3.14.



Tabla 3.14. Cultivos establecidos en los módulos de riego con mayores productividades en al menos un año agrícola.

Módulo de Riego	Trigo Grano (%)	Maíz (%)	Cártamo (%)	Garbanzo (%)	Otros Cultivos (%)	Algodón (%)	Sorgo (%)	Alfalfa (%)	Frutales (%)	Total (ha)
<b>Año Agrícola 2010 – 2011</b>										
4-P-8	0,00	16,94	8,15	4,08	67,09	0,00	0,68	2,72	0,34	100
4-P-4	75,89	2,85	6,64	0,66	5,43	0,00	0,00	3,79	4,74	100
<b>Año Agrícola 2011– 2012</b>										
K-68	59,57	4,04	1,48	0,39	20,66	3,77	0,27	5,25	4,18	100
4-P-8	63,80	12,74	11,38	0,00	5,59	1,09	0,36	4,10	0,95	100
<b>Año Agrícola 2012– 2013</b>										
K-63	78,05	4,60	0,00	0,00	13,90	0,96	0,00	2,49	0,00	100
<b>Año Agrícola 2013– 2014</b>										
K-68	50,68	4,70	11,82	5,07	14,08	0,00	0,70	5,91	7,04	100
K-73.8	76,50	2,29	2,29	2,29	16,17	0,00	0,00	0,46	0,00	100

### 3.7 CONCLUSIONES

El estudio de cuatro años en el distrito, considerando 42 módulos de riego; a través de 19 indicadores de gestión, permitió caracterizar y clarificar el comportamiento de la eficiencia en el uso de agua de riego. Al analizar el Suministro Relativo de Agua (RWS); se determinaron valores promedio de 1,72; 1,56; 2,28 y 2,20 para los años 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014 respectivamente, lo cual se traduce como un riego por encima de lo requerido por los cultivos, y a la vez se convierte en pérdidas de recursos naturales y económicos en su conjunto. La mayoría de los módulos de riego sobrepasan la unidad (1,0); mostrando que se estaría regando en exceso, o bien un riego muy en exceso y un riego extremo con estos valores.

El indicador más significativo fue el Suministro Relativo de Agua de riego (RIS); que determinó de manera contundente la aportación de agua en proporción a las necesidades de los cultivos. Se estimaron valores promedio en el distrito de 1,48; 1,34; 1,57 y 1,70 para cada año analizado. Con estos resultados, y en función de los rangos propuestos para el distrito, se aprecia que el año 2011-2012 fue más eficiente que el resto de los años analizados. El promedio del RIS fue de 1,34, donde 26 módulos de riego (61,9%) se encuentran en la categoría de un riego adecuado.

Las técnicas de benchmarking permiten identificar que la mayoría de los módulos de riego son ineficientes (64,28%), en su conjunto como distrito para los cuatro años analizados, en base a

los resultados al indicador Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS), teniendo riegos deficitarios, en exceso, muy en exceso y extremos; observando que algunos años cumplen con un uso adecuado del agua de riego y otros no; esto se debe a factores internos y externos que deben ser analizados a mayor detalle en cada uno de los módulos de riego; a través de la metodología de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenaza (FODA), y precisar las fallas en las que incurren, con la finalidad de mejorar la competitividad, sus rendimientos y por ende su eficiencia; demostrando que existe un alto potencial de mejora a nivel parcela.

Los indicadores de rendimiento permiten ajustar los resultados de la eficiencia en la productividad, esto, haciendo uso también de las técnicas de benchmarking, con el fin de que los módulos de riego ineficientes, aprendan lo que están haciendo bien los módulos eficientes, con el propósito mejorar en ello. Al contar con información a nivel de módulo de riego, se considera necesario hacer el estudio a nivel de parcela, con la finalidad de conocer a mayor detalle la variación de eficiencias por módulo de riego y por campaña agrícola, a través de las láminas de riego que se aplican.

Se deben tomar medidas con prontitud, ya que en la campaña agrícola 2013-2014, el 88,09% de los módulos de riego contaron con un riego inadecuado, y que en el futuro, se puede tener una gestión del uso de agua de riego equivocada en el distrito para las consecutivas campañas agrícolas.

Con el propósito de reforzar las precisiones sobre el manejo y uso adecuado del agua de riego en el distrito, se realizará un trabajo, enfocado hacia la competitividad y competencias, desde la perspectiva de productividad y emprendimiento de las actividades tecnológicas innovadoras en la agricultura de riego.

Por último, se propone elaborar otro estudio, en el que se programen actividades fundamentales como: i) estrategias a fortalecer de manera colectiva el sector agrícola, mediante mecanismos de organización cooperativa que fomenten la innovación; ii) un diagnóstico de los factores fundamentales que están limitando el potencial productivo en la región, como es la disponibilidad de agua, y iii) valorar las ventajas y desventajas que los pequeños y medianos

productores perciben, respecto a su integración en un esquema de sistema productivo. Con todo lo anterior y utilizando la metodología de Marco Lógico se formularán estrategias que permitan alcanzar los sistemas productivos de los cultivos deseados, apoyándose en las fortalezas del sistema de empresas y superando sus debilidades. Estas estrategias deberán ir acompañadas de una aplicación informática de seguimiento y actualización del plan que permita una evaluación por resultados de los avances logrados.

### **3.8 BIBLIOGRAFIA**

1. Alexander, P. 2002. Benchmarking of the Irrigation and Drainage Sector in México. Report for Mission to Obregon from 19 January to 26 January 2002. Food and Agricultural Organization of the United Nations as part of their International Program for Technology and Research in Irrigation and Drainage.
2. Alexander, P. and Potter, M. 2005. Benchmarking of Australian irrigation water provider businesses 13th September 2005, Beijing, China.
3. Atehortúa, H. F. 2005. Gestión y Auditoría de la calidad para organizaciones públicas. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
4. Bartra, Armando. 2013. El hombre de hierro: Los límites sociales y naturales del capital en la perspectiva de la gran crisis. UAM-X, CSH, Depto. de Relaciones Sociales; 2a. ed. 260 págs.
5. Behailu, M., Tadesse, N., Legesse, A. and Teklu, D. 2004. Community Based Irrigation Management in the Tekeze Basin: Performance evaluation of small scale Irrigation Schemes. A Case Study on My Nigus Micro Dam in Tigray, Northern Ethiopia.
6. Comisión Nacional de Agua (Conagua). 2012. Usos del agua, distritos de riego. Atlas digital del agua México. Sistema Nacional de Información del agua. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/>

7. Cullinane, K., Song, D.W., Ji P. y Wang, T. F. 2004. An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency. Review of Network Economics School of Marine Science & Technology, University of Newcastle. Volume 3, Issue 2-june.
8. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Ley de Aguas Nacionales. 1º de diciembre de 1992. México, D.F.
9. Distrito de Riego No. 041, Rio Yaqui. 2015. <http://drryaqui.org.mx/historia.html>
10. Doerr, O. y Sánchez, R. J. 2006. Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. Serie recursos naturales e infraestructura. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
11. English, M. 1990. Deficit Irrigation. I: Analytical Framework. *J. Irrig. Drain. E.-ASCE* 116, 399-412.
12. FAO. 2014 ([http://www.fao.org/nr/water/infores\\_databases\\_cropwat.html](http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html)).
13. García, M. J. A. y García-Sabater, J. J. 2015. Cálculo de indicadores productivos. Departamento de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Valencia. [www.ingenieriaindustrialonline.com](http://www.ingenieriaindustrialonline.com)
14. Ley de Aguas Nacionales. 2014. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios (Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992). Última Reforma DOF 11-08-2014 Texto vigente.
15. Malano, H. y Burton, M. 2001. Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage.

16. Minjares, L. J. L., Salmón, C. R. F., Valdés, J. B., Oroz, R. L. A. y López, Z. R. 2009. Índice económico para el manejo interanual del agua: caso del Distrito de Riego 041 Río Yaqui, México Ingeniería hidráulica en México, vol. XXIV, núm. 1, pp. 41-54.
17. Molden, D., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., Fraiture, C. and Kloezen, W. 1998. Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems. Research report 20, International Water Management Institute, Colombo.
18. Mondragón, P. A. R. 2002. Revista de información y análisis núm. 19, julio-septiembre, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
19. Norris, N. 1991. Evaluación, Economía e Indicadores de Rendimiento. C.A.R.E. (School of Education. University of East Anglia.) U.K. Symposium «Judging Quality in Education», 17th Annual Conference of the British Educational Research Association, Nottingham Polytechnic 28th-31st August.
20. Ortiz, E. J. E. 2010. Validación y transferencia de la tecnología para el buen uso y manejo del agua de riego en el sur de sonora [http://www.sifupro.org.mx/agendas/002089-001544-protocolo\\_proyecto\\_riegos\\_fps\\_2010.doc](http://www.sifupro.org.mx/agendas/002089-001544-protocolo_proyecto_riegos_fps_2010.doc).
21. Pérez, U. L. 2007. Aplicación de los indicadores para el análisis de las acciones de mejora en zonas regables y para el desarrollo de un modelo de gestión integral del agua de riego. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España. Departamento de Agronomía.
22. Rodríguez Díaz, J.A. 2003. Estudio de la gestión del agua de riego y aplicación de las técnicas de benchmarking a las zonas regables de Andalucía. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, España.
23. Rodríguez Díaz, J. A. 2006, Índices de calidad del riego. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Boletín trimestral de información al regante. IFAPA No. 5.

24. Santos, L. M., Otero, B. T. 1998. La aplicación del benchmarking en un sistema de información. *Revistas Ciencias de la Información*, 29(2):25-31; junio. La Habana, Cuba.
25. Zabala, J. W de J. 2005. Gestión y auditoria de la calidad para organizaciones públicas. Indicadores de Gestión. Editorial Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Medellín, Colombia.

### Anexo 3.1

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego No.01

Indicadores de Gestión	MÓDULO 01	MÓDULO 01	MÓDULO 01	MÓDULO 01
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m³)	48,688,740.00	42,816,525.00	38,249,256.00	34,140,118.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m³)	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m³)	48,688,740.00	42,816,525.00	38,249,256.00	34,140,118.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m³)	38,329,760.00	35,926,980.00	33,017,320.00	30,514,740.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m³)	58,991,400.28	53,679,766.07	60,507,616.80	54,665,231.50
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m³/ha)	12,070.07	9,258.39	8,868.78	7,558.19
Suministro de agua de riego por unidad de área regada (m³/ha)	8,263.49	5,664.46	4,820.93	4,279.93
Eficiencia en la distribución (%)	78.72	83.91	86.32	89.38
Suministro relativo de agua	1.28	0.80	1.24	1.19
Suministro relativo de agua de riego	1.08	0.81	0.82	0.80
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	53,120.00	51,809.90	58,008.00	64,338.58
Valor total de la producción agrícola (\$)*	128,156,305.90	163,214,005.00	219,140,922.00	244,903,801.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	26,221.72	35,292.57	50,811.75	54,218.60
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	17,952.08	21,594.87	27,620.48	30,702.01
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m³)	2.63	3.81	5.73	7.17
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m³)	3.34	4.54	6.64	8.03
Productividad por unidad de agua total (\$/m³)	2.17	3.04	3.62	4.48
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m³)	2.77	2.42	4.49	5.31

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m³	46,240,730.80	67,349,329.38	48,821,313.62	46,119,823.20
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m³	45,145,608.20	52,623,943.84	46,574,246.14	42,623,105.25

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.2**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego No.02**

Indicadores de Gestión	MÓDULO 02	MÓDULO 02	MÓDULO 02	MÓDULO 02
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m³)	53,712,108.00	41,107,264.00	42,453,054.00	38,647,991.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m³)	4,767,054.00	5,190,313.00	4,594,909.00	4,207,432.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m³)	58,479,162.00	46,297,577.00	47,047,963.00	42,855,423.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m³)	50,245,789.00	40,840,835.00	41,531,011.00	37,890,151.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m³)	67,872,319.72	64,622,064.35	80,023,019.70	68,752,901.70
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m³/ha)	8,242.85	7,102.11	7,587.59	6,855.88
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	7,839.03	4,756.76	5,186.06	4,779.77
Eficiencia en la distribución	85.92	88.21	88.27	88.41
Suministro relativo de agua	1.45	0.96	1.39	1.50
Suministro relativo de agua de riego	1.32	0.72	0.86	0.97
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	56,172.13	64,651.75	69,513.90	73,973.48
Valor total de la producción agrícola (\$)*	154,892,483.00	242,205,388.40	278,033,829.00	335,406,329.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	21,832.66	37,154.62	44,839.47	74,254.72
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	20,763.07	24,884.97	30,647.47	37,408.69
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m³)	2.88	5.89	6.55	8.68
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m³)	3.08	5.93	6.69	8.85
Productividad por unidad de agua total (\$/m³)	2.28	3.75	3.47	4.88
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m³)	3.30	3.59	4.83	7.33

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m³	46,945,780.00	67,423,410.90	57,618,993.60	45,740,049.00
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m³	44,413,856.00	64,698,170.90	54,768,571.20	44,266,935.20

(\$)\* Pesos Mexicanos.



### Anexo 3.3

#### "APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO"

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-63"

Indicadores de Gestión	MÓDULO K-63	MÓDULO K-63	MÓDULO K-63	MÓDULO K-63
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	6,667,734.00	5,727,064.00	5,742,504.00	4,919,217.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	294,498.00	363,844.00	286,254.00	286,049.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	6,962,232.00	6,090,908.00	6,028,758.00	5,205,266.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	6,429,006.00	5,620,819.00	5,554,782.00	4,699,126.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	8,362,058.41	9,104,665.15	11,328,279.01	9,429,368.15
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	6,585.10	5,681.13	6,049.75	5,105.30
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	6,886.48	6,298.77	5,858.85	4,878.41
Eficiencia en la distribución	92.34	92.28	92.14	90.28
Suministro relativo de agua	1.34	1.61	1.92	1.80
Suministro relativo de agua de riego	1.18	1.12	1.08	1.03
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	8,002.37	8,328.30	9,902.20	12,125.52
Valor total de la producción agrícola (\$) *	21,560,454.00	31,677,421.20	40,236,355.00	68,014,656.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	20,392.57	29,546.25	40,376.46	66,708.50
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	21,325.87	32,758.45	39,102.39	63,743.82
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	3.23	5.53	7.01	13.83
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.35	5.64	7.24	14.47
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.58	3.48	3.55	7.21
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.45	5.59	6.81	12.97

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	6,247,140.87	5,670,671.73	5,905,379.55	5,242,704.50
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	5,917,079.70	5,438,224.27	5,566,673.91	5,056,086.20

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.4**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-64**

Indicadores de Gestión	K-64	K-64	K-64	K-64
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	20,278,674.00	16,340,640.00	15,312,752.00	17,618,375.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	3,472,650.00	4,209,416.00	2,762,006.00	2,294,487.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	23,751,324.00	20,550,056.00	18,074,758.00	19,912,862.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	20,093,527.00	17,685,812.00	15,830,137.00	17,252,399.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	27,112,136.60	27,973,171.92	31,799,082.27	30,951,420.66
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,356.88	7,781.93	7,003.74	7,473.70
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,723.12	8,333.36	6,911.95	7,180.98
Eficiencia en la distribución	84.60	86.06	87.58	86.64
Suministro relativo de agua	1.54	1.81	1.92	2.20
Suministro relativo de agua de riego	1.42	1.39	1.18	1.49
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	23,064.26	18,477.21	24,202.35	28,972.90
Valor total de la producción agrícola (\$) *	60,880,160.00	67,337,638.20	101,621,690.00	151,339,943.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	23,983.86	25,499.53	39,377.11	56,800.97
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	22,357.75	27,306.42	38,861.07	54,576.25
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	3.00	4.12	6.64	8.59
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.03	3.81	6.42	8.77
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.25	2.41	3.20	4.89
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.45	4.37	6.14	10.76

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	17,657,194.63	15,415,977.06	16,550,021.20	14,063,158.58
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	16,689,647.65	14,791,684.50	15,333,601.65	13,357,873.76

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.5

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-66

Indicadores de Gestión	K-66	K-66	K-66	K-66
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	27,638,745.00	21,782,235.00	21,415,531.00	21,023,235.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	3,717,108.00	5,159,478.00	4,087,300.00	4,018,171.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	31,355,853.00	26,941,713.00	25,502,831.00	25,041,406.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	26,441,496.00	23,087,533.00	21,863,035.00	21,544,828.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	36,535,225.12	33,681,823.21	32,473,440.73	37,644,897.24
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,693.51	8,202.31	7,507.50	7,289.80
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,897.68	7,952.10	7,907.85	7,197.87
Eficiencia en la distribución	84.33	85.69	85.73	86.04
Suministro relativo de agua	1.71	1.52	1.62	1.99
Suministro relativo de agua de riego	1.51	1.24	1.30	1.37
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	22,861.28	28,252.74	30,090.68	32,012.99
Valor total de la producción agrícola (\$) *	61,318,573.00	109,782,278.20	128,213,667.00	159,410,218.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	17,000.78	33,422.82	37,743.43	46,405.88
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,355.61	32,403.27	39,756.18	45,820.70
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.22	5.04	5.99	7.58
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.32	4.76	5.86	7.40
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.68	3.26	3.95	4.23
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.88	4.95	6.41	8.44

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	21,327,894.72	22,175,781.32	19,998,870.00	18,881,089.64
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	20,724,327.36	21,729,615.60	19,579,845.75	18,243,145.41

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.6**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-68**

Indicadores de Gestión	K-68	K-68	K-68	K-68
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	28,585,909.00	21,559,690.00	23,309,450.00	21,727,773.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	4,199,803.00	7,352,889.00	6,425,645.00	5,239,552.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	32,785,712.00	28,912,579.00	29,735,095.00	26,967,325.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	29,412,278.00	25,845,731.00	25,686,731.00	24,324,789.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	42,749,660.99	35,441,503.00	52,347,756.49	8,107,034.45
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	6,615.13	7,032.28	6,919.40	6,323.50
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	7,881.18	6,565.07	7,363.82	7,592.15
Eficiencia en la distribución	89.71	89.39	86.39	90.20
Suministro relativo de agua	1.62	1.38	2.59	0.61
Suministro relativo de agua de riego	1.31	1.16	1.74	2.29
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	37,590.32	40,843.54	35,932.89	36,742.26
Valor total de la producción agrícola (\$)*	105,011,537.40	157,207,488.60	150,310,743.50	195,220,665.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	23,618.21	38,236.88	34,977.54	45,776.80
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	25,243.16	35,696.52	37,224.06	54,960.77
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	3.67	7.29	6.45	8.98
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.57	6.08	5.85	8.03
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.46	4.44	2.87	24.08
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.97	6.13	7.43	14.79

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	26,467,334.40	25,659,421.56	20,234,377.62	13,200,901.44
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	25,080,348.80	24,967,377.00	17,133,880.08	11,790,792.96

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.7

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-70

Indicadores de Gestión	K-70	K-70	K-70	K-70
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	16,566,311.00	11,779,485.00	11,602,249.00	11,871,761.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	345,973.00	1,070,750.00	1,290,704.00	1,182,877.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	16,912,284.00	12,850,235.00	12,892,953.00	13,054,638.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	15,602,352.00	11,641,001.00	11,677,602.00	11,695,766.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	21,892,350.96	15,721,104.13	23,447,802.00	16,801,513.09
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,610.43	7,108.02	6,427.64	6,623.36
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,328.34	7,103.50	6,898.32	6,478.73
Eficiencia en la distribución	92.25	90.59	90.57	89.59
Suministro relativo de agua	1.82	1.39	2.67	2.19
Suministro relativo de agua de riego	1.45	1.16	1.61	1.80
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	12,050.71	12,874.86	15,421.72	14,761.72
Valor total de la producción agrícola (\$)*	29,817,004.00	48,329,681.00	61,701,876.00	53,593,307.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	13,417.48	26,733.24	30,760.81	27,190.92
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	16,446.22	26,716.24	33,013.31	26,597.17
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	1.80	4.10	5.32	4.51
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	1.91	4.15	5.28	4.58
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.36	3.07	2.63	3.19
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.48	4.28	7.02	7.00

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	12,022,166.17	11,304,205.83	8,789,215.47	7,655,327.55
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	11,655,269.36	11,076,488.91	8,009,337.84	7,237,456.85

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.8**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-73.8**

Indicadores de Gestión	K-73.8	K-73.8	K-73.8	K-73.8
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	31,634,329.00	24,567,762.00	26,434,535.00	25,387,544.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	5,389,855.00	7,083,890.00	6,782,513.00	8,068,189.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	37,024,184.00	31,651,652.00	33,217,048.00	33,455,733.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	30,861,854.00	26,851,169.00	28,317,298.00	28,348,863.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	48,015,930.31	39,047,428.36	58,906,868.15	42,878,172.57
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,548.50	6,796.15	6,803.79	6,749.78
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,808.99	7,649.02	7,706.97	7,655.77
Eficiencia en la distribución	83.36	84.83	85.25	84.74
Suministro relativo de agua	1.84	1.60	2.92	2.94
Suministro relativo de agua de riego	1.47	1.32	1.81	2.48
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	32,412.97	33,884.70	39,580.65	47,420.40
Valor total de la producción agrícola (\$) *	92,504,014.00	133,797,558.00	170,442,760.00	272,016,920.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,859.74	28,728.63	34,911.49	54,880.07
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	22,009.04	32,333.87	39,545.88	62,246.43
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.92	5.45	6.45	10.71
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.00	4.98	6.02	9.60
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.93	3.43	2.89	6.34
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.54	5.47	8.44	18.63

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	26,164,725.75	24,455,869.66	20,196,487.60	14,598,290.90
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	25,118,725.14	23,987,779.10	18,303,664.90	13,489,490.80

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.9

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-79

Indicadores de Gestión	K-79	K-79	K-79	K-79
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	75,117,434.00	59,496,839.00	57,988,092.00	62,011,870.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	3,173,854.00	5,753,471.00	6,451,848.00	5,986,085.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	78,291,288.00	65,250,310.00	64,439,940.00	67,997,955.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	67,171,201.00	55,887,401.00	55,150,752.00	59,125,980.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	96,486,191.10	77,200,962.80	104,173,512.48	83,293,401.00
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,642.85	8,670.45	8,533.92	8,451.15
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	10,187.68	8,025.87	8,393.90	8,995.63
Eficiencia en la distribución	85.80	85.65	85.58	86.95
Suministro relativo de agua	2.01	1.50	2.39	2.69
Suministro relativo de agua de riego	1.73	1.32	1.99	2.47
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	72,900.47	61,199.94	69,196.57	81,531.90
Valor total de la producción agrícola (\$) *	201,145,985.00	239,382,774.20	301,583,887.50	427,970,611.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	24,774.42	31,809.13	39,939.38	53,190.48
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	26,173.84	29,444.38	39,284.08	56,617.36
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.68	4.02	5.20	6.90
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.99	4.28	5.47	7.24
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.08	3.10	2.90	5.14
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	4.18	4.66	6.91	13.80

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	48,109,010.98	51,394,608.00	43,675,988.40	31,009,285.70
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	45,377,029.03	49,523,895.00	32,404,617.00	27,510,224.60

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.10**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego C.M.D.**

Indicadores de Gestión	C.M.D.	C.M.D.	C.M.D.	C.M.D.
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	29,639,049.00	28,014,741.00	28,753,301.00	30,673,605.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	7,289,834.00	8,002,590.00	5,397,262.00	5,206,876.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	36,928,883.00	36,017,331.00	34,150,563.00	35,880,481.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	32,488,878.00	31,552,899.00	29,620,555.00	32,031,574.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	47,371,214.68	42,956,825.57	57,082,418.99	44,679,818.96
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,925.20	8,242.03	7,836.27	7,751.59
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,883.54	7,857.18	7,773.86	8,021.57
Eficiencia en la distribución	87.98	87.60	86.74	89.27
Suministro relativo de agua	1.79	1.57	2.56	2.76
Suministro relativo de agua de riego	1.46	1.34	1.69	2.39
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	30,103.66	33,560.34	32,919.55	41,594.06
Valor total de la producción agrícola (\$)*	85,447,454.60	126,983,491.40	133,151,279.50	206,353,362.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,340.30	29,058.27	30,553.23	44,580.41
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	20,555.08	27,701.46	30,309.87	46,133.10
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.88	4.53	4.63	6.73
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.63	4.02	4.50	6.44
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.80	2.96	2.33	4.62
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.23	4.63	5.97	12.76

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	26,431,286.82	27,422,771.52	22,321,843.39	16,174,904.76
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	25,376,323.36	26,835,011.04	20,264,425.77	15,003,828.63

(\$)\* Pesos Mexicanos.



### Anexo 3.11

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego MÓDULO 06.

Indicadores de Gestión	MÓDULO 06	MÓDULO 06	MÓDULO 06	MÓDULO 06
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	83,507,909.00	70,809,848.00	74,914,494.00	71,545,063.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	12,552,631.00	20,455,321.00	17,050,743.00	19,469,403.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	96,060,540.00	91,265,169.00	91,965,237.00	91,014,466.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	87,022,876.00	81,236,652.00	80,957,059.00	82,868,850.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	121,007,812.30	108,320,376.03	149,433,815.87	112,058,589.08
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,629.06	8,497.65	8,420.62	8,221.70
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,402.95	8,805.13	9,140.77	8,516.37
Eficiencia en la distribución	90.59	89.01	88.03	91.05
Suministro relativo de agua	1.76	1.67	2.83	2.70
Suministro relativo de agua de riego	1.46	1.45	2.13	2.36
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	71,567.82	75,864.70	75,847.72	85,931.32
Valor total de la producción agrícola (\$) *	181,902,576.00	266,157,765.80	285,807,574.00	369,917,160.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	16,340.20	24,781.80	26,169.43	33,416.09
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	17,805.66	25,678.51	28,407.47	34,613.75
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.18	3.76	3.82	5.17
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.09	3.28	3.53	4.46
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.50	2.46	1.91	3.30
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.65	4.11	5.41	8.93

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	68,629,146.96	64,736,369.55	52,796,405.43	41,433,819.61
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	65,674,271.12	62,997,018.90	43,250,830.46	38,492,436.60

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.12**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-91 NORTE**

Indicadores de Gestión	K-91 NORTE	K-91 NORTE	K-91 NORTE	K-91 NORTE
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	31,284,592.00	28,431,991.00	26,530,700.00	20,600,409.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	6,324,503.00	9,098,672.00	11,553,966.00	14,922,953.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	37,609,095.00	37,530,663.00	38,084,666.00	35,523,362.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	33,598,385.00	32,479,363.00	32,080,194.00	32,882,322.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	48,836,968.32	45,395,293.19	46,277,137.99	58,692,713.38
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,442.85	8,050.51	7,842.42	7,209.13
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,010.46	8,475.76	9,029.08	7,312.34
Eficiencia en la distribución	89.34	86.54	84.23	92.57
Suministro relativo de agua	1.60	1.53	1.73	2.22
Suministro relativo de agua de riego	1.28	1.30	1.47	1.46
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	35,019.83	27,742.62	33,073.70	41,673.55
Valor total de la producción agrícola (\$) *	93,346,243.00	97,324,208.80	131,070,208.00	183,868,650.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,473.25	20,876.51	26,990.06	37,314.42
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,882.05	21,979.27	31,074.02	37,848.63
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.98	3.42	4.94	8.93
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.78	3.00	4.09	5.59
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.91	2.14	2.83	3.13
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.06	3.29	4.91	6.96

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	30,520,317.00	29,614,906.80	26,712,045.66	26,415,715.06
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	29,493,520.50	28,813,571.64	25,929,986.28	24,305,837.08

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.13

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-91 SUR

Indicadores de Gestión	K-91 SUR	K-91 SUR	K-91 SUR	K-91 SUR
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	46,544,829.00	45,462,465.00	42,357,198.00	40,584,612.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	6,902,729.00	8,335,528.00	8,089,655.00	8,123,908.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	53,447,558.00	53,797,993.00	50,446,853.00	48,708,520.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	46,127,481.00	45,290,667.00	43,203,739.00	42,920,123.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	63,987,492.02	63,371,349.94	77,932,441.88	79,313,105.86
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,028.35	7,226.75	6,592.73	7,691.93
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	7,511.95	7,114.25	7,157.61	6,223.94
Eficiencia en la distribución	86.30	84.19	85.64	88.12
Suministro relativo de agua	1.47	1.48	1.98	1.84
Suministro relativo de agua de riego	1.27	1.30	1.34	1.22
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	53,139.63	52,932.04	57,821.03	61,142.77
Valor total de la producción agrícola (\$) *	143,976,594.00	192,254,025.20	224,235,144.00	246,784,564.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,932.90	25,824.66	29,304.54	38,971.60
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	20,235.64	25,423.70	31,815.43	31,533.93
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	3.09	4.23	5.29	6.08
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.12	4.24	5.19	5.75
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.25	3.03	2.88	3.11
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.31	4.48	5.69	5.73

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	43,539,957.90	42,935,993.12	39,438,775.52	43,061,860.66
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	41,943,636.50	41,363,936.72	37,635,544.72	39,941,243.16

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.14**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-95**

Indicadores de Gestión	K-95	K-95	K-95	K-95
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	21,373,299.00	18,436,610.00	19,162,333.00	17,480,229.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	1,577,225.00	2,845,804.00	2,665,604.00	1,644,719.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	22,950,524.00	21,282,414.00	21,827,937.00	19,124,948.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	21,980,747.00	20,458,072.00	21,169,566.00	18,845,900.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	30,116,640.33	26,433,090.53	42,784,708.66	30,266,261.51
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,497.40	7,011.93	6,749.37	6,715.27
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,895.55	8,297.24	8,280.70	7,179.03
Eficiencia en la distribución	95.77	96.13	96.98	98.54
Suministro relativo de agua	1.75	1.60	3.84	2.72
Suministro relativo de agua de riego	1.39	1.42	2.15	1.78
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	19,442.78	18,027.08	21,301.35	24,359.18
Valor total de la producción agrícola (\$) *	52,047,413.00	69,695,024.80	82,913,569.50	116,231,467.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	17,002.68	22,962.48	25,637.53	40,811.90
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	20,173.42	27,171.55	31,454.31	43,630.43
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.44	3.78	4.33	6.65
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.37	3.41	3.92	6.17
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.73	2.64	1.94	3.84
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.03	4.23	7.44	10.46

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	17,181,948.60	16,495,540.65	11,138,971.56	11,111,757.12
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	16,490,818.20	14,992,373.70	10,145,041.40	10,772,230.32

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.15

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-105

Indicadores de Gestión	K-105	K-105	K-105	K-105
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	27,424,583.00	22,389,404.00	22,817,439.00	21,771,200.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	2,623,599.00	1,450,447.00	1,962,675.00	1,971,295.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	30,048,182.00	23,839,851.00	24,780,114.00	23,742,495.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	29,245,152.00	23,306,609.00	24,273,611.00	23,344,400.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	39,919,697.69	30,080,603.97	51,716,590.13	38,178,741.07
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,125.84	6,482.59	5,961.26	6,433.84
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,245.93	6,874.24	7,344.43	6,650.56
Eficiencia en la distribución	97.33	97.76	97.96	98.32
Suministro relativo de agua	1.69	1.46	3.19	2.36
Suministro relativo de agua de riego	1.31	1.28	1.78	1.53
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	29,778.88	26,495.48	22,149.42	30,855.94
Valor total de la producción agrícola (\$)*	84,853,971.00	104,622,668.00	85,681,324.00	152,967,751.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	20,122.88	28,449.25	20,612.03	41,451.87
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	23,285.94	30,168.01	25,394.58	42,848.11
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	3.09	4.67	3.76	7.03
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.90	4.49	3.53	6.55
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.13	3.48	1.66	4.01
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.60	5.08	5.28	9.44

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	23,554,852.44	20,598,775.56	16,213,757.00	16,211,013.00
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	22,885,558.96	18,665,643.00	13,935,126.10	15,544,029.90

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.16**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego BACAME**

Indicadores de Gestión	BACAME	BACAME	BACAME	BACAME
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	37,613,594.00	32,721,361.00	33,218,315.00	30,547,910.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	3,288,261.00	3,857,836.00	4,814,706.00	5,985,902.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	40,901,855.00	36,579,197.00	38,033,021.00	36,533,812.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	32,230,218.00	28,865,208.00	31,133,600.00	30,270,985.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	49,886,180.38	42,786,662.63	63,643,947.68	51,028,593.52
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	10,657.58	10,000.03	9,623.01	9,860.12
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	10,129.24	8,528.61	9,660.41	7,816.39
Eficiencia en la distribución	78.80	78.91	81.86	82.86
Suministro relativo de agua	1.84	1.76	3.95	2.49
Suministro relativo de agua de riego	1.62	1.66	2.51	1.82
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	27,171.46	27,907.70	29,525.52	35,458.56
Valor total de la producción agrícola (\$)*	69,253,151.00	95,274,076.40	111,993,752.00	139,528,326.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,044.92	26,046.04	28,336.35	37,657.33
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	17,150.36	22,213.59	28,446.47	29,852.02
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	1.84	2.91	3.37	4.57
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.15	3.30	3.60	4.61
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.39	2.23	1.76	2.73
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.55	3.92	6.94	6.80

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	27,131,160.48	24,326,607.54	16,130,046.48	20,508,203.28
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	25,309,777.19	22,021,527.38	15,128,473.68	20,092,030.32

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.17

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego SANTINI I

Indicadores de Gestión	SANTINI I	SANTINI I	SANTINI I	SANTINI I
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	41,034,059.00	36,778,569.00	39,874,359.00	38,425,316.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	1,036,188.00	1,266,750.00	1,621,752.00	1,457,899.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	42,070,247.00	38,045,319.00	41,496,111.00	39,883,215.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	35,733,056.00	33,306,192.00	35,728,893.00	33,916,964.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	52,853,478.25	45,833,986.11	71,763,658.34	57,338,625.50
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,133.30	8,289.34	8,883.93	8,938.38
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,004.23	7,717.10	8,281.00	7,955.96
Eficiencia en la distribución	84.94	87.54	86.10	85.04
Suministro relativo de agua	1.50	1.65	3.49	2.65
Suministro relativo de agua de riego	1.21	1.53	2.17	1.89
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	35,423.80	32,876.10	37,484.13	38,577.88
Valor total de la producción agrícola (\$)*	90,488,051.00	115,995,778.00	137,829,722.00	150,613,980.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	19,644.62	25,273.23	29,508.05	33,754.66
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	17,216.14	23,528.56	27,505.43	30,044.68
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.21	3.15	3.46	3.92
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.53	3.48	3.86	4.44
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.71	2.53	1.92	2.63
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.56	4.17	6.71	6.97

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	35,314,853.76	27,792,973.60	20,546,001.98	21,608,536.50
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	34,662,479.04	24,857,405.10	19,164,970.38	21,150,448.56

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.18**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego SANTINI II**

Indicadores de Gestión	SANTINI II	SANTINI II	SANTINI II	SANTINI II
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	22,925,953.00	18,073,601.00	20,655,209.00	20,276,861.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	1,291,744.00	1,772,276.00	1,037,587.00	1,198,325.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	24,217,697.00	19,845,877.00	21,692,796.00	21,475,186.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	20,429,248.00	17,710,031.00	18,610,346.00	19,875,236.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	29,935,542.68	24,221,252.10	38,205,909.60	31,447,108.72
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,915.21	7,697.27	8,512.59	8,424.75
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,187.29	7,746.24	9,001.16	8,153.07
Eficiencia en la distribución	84.36	89.24	85.79	92.55
Suministro relativo de agua	1.72	1.62	3.86	2.76
Suministro relativo de agua de riego	1.42	1.48	2.38	1.92
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	18,453.76	15,741.34	18,941.55	18,813.60
Valor total de la producción agrícola (\$) *	48,552,200.00	57,688,023.00	71,226,353.50	67,399,200.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	19,878.24	22,374.44	27,950.32	26,440.81
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	18,418.89	22,516.79	29,554.50	25,588.15
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.12	3.19	3.45	3.32
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.38	3.26	3.83	3.39
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.62	2.38	1.86	2.14
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.79	3.85	7.19	5.91

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	17,416,684.64	14,967,588.30	9,908,498.10	11,413,912.20
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	17,042,161.76	13,436,204.04	9,100,593.80	11,174,376.24

(\$)\* Pesos Mexicanos.



### Anexo 3.19

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego MÓDULO 10

Indicadores de Gestión	MÓDULO 10	MÓDULO 10	MÓDULO 10	MÓDULO 10
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	86,202,253.00	81,219,238.00	80,244,722.00	74,399,148.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	417,411.00	48,114.00	570,983.00	1,052,388.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	86,619,664.00	81,267,352.00	80,815,705.00	75,451,536.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	73,387,446.00	67,656,842.00	66,193,014.00	62,445,786.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	100,320,805.92	93,566,202.94	114,055,195.26	121,662,569.98
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,762.40	8,497.52	8,733.28	7,891.13
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,930.78	8,468.00	8,522.17	7,759.31
Eficiencia en la distribución	84.72	83.25	81.91	82.76
Suministro relativo de agua	1.71	1.57	2.10	2.40
Suministro relativo de agua de riego	1.53	1.41	1.56	1.58
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	73,756.98	66,612.46	73,670.16	80,047.34
Valor total de la producción agrícola (\$) *	194,705,264.00	248,974,587.20	285,558,894.00	357,630,320.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	19,696.29	26,033.43	30,858.69	37,402.93
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	20,074.78	25,942.96	30,112.72	36,778.11
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.26	3.07	3.56	4.81
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.65	3.68	4.31	5.73
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.94	2.66	2.50	2.94
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.32	4.17	5.27	7.06

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	58,714,254.36	59,722,706.82	54,224,173.32	50,651,246.36
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	56,434,407.42	57,590,541.33	51,836,259.09	47,769,830.68

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.20**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego MÓDULO 11**

Indicadores de Gestión	MÓDULO 11	MÓDULO 11	MÓDULO 11	MÓDULO 11
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	59,523,148.00	56,847,126.00	50,115,688.00	45,676,883.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	14,654,351.00	19,126,498.00	20,728,826.00	19,444,807.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	74,177,499.00	75,973,624.00	70,844,514.00	65,121,690.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	61,342,376.00	62,316,159.00	59,790,423.00	54,698,033.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	90,986,483.57	94,625,206.18	110,735,659.93	101,315,769.19
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,302.54	9,568.20	9,165.66	8,175.72
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,857.23	7,862.32	6,028.29	7,438.23
Eficiencia en la distribución	82.70	82.02	84.40	83.99
Suministro relativo de agua	1.72	1.58	1.57	2.06
Suministro relativo de agua de riego	1.48	1.31	1.11	1.46
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	63,387.06	62,436.86	86,772.02	75,289.14
Valor total de la producción agrícola (\$)*	172,586,739.00	213,007,933.60	363,283,554.00	337,462,709.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	21,643.96	26,826.45	47,000.59	42,366.87
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	20,607.37	22,043.66	30,912.49	38,545.14
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.90	3.75	7.25	7.39
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.81	3.42	6.08	6.17
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.90	2.25	3.28	3.33
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.27	3.55	5.15	6.87

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	52,844,988.00	59,990,416.38	70,534,681.36	49,149,869.60
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	49,996,718.52	58,155,895.83	63,956,969.44	44,641,044.60

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.21

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego DOS-B

Indicadores de Gestión	DOS-B	DOS-B	DOS-B	DOS-B
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	34,032,007.00	21,874,323.00	24,792,195.00	28,886,682.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	9,004,846.00	14,716,017.00	15,263,154.00	13,090,968.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	43,036,853.00	36,590,340.00	40,055,349.00	41,977,650.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	35,829,549.00	32,501,411.00	36,769,640.00	37,702,617.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	51,343,354.43	46,249,366.87	68,249,717.88	42,404,334.52
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,802.74	6,455.10	6,797.98	7,181.82
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,283.17	6,764.71	9,482.80	8,721.18
Eficiencia en la distribución	83.25	88.83	91.80	89.82
Suministro relativo de agua	1.65	1.59	2.98	1.82
Suministro relativo de agua de riego	1.46	1.33	1.95	1.83
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	32,877.73	28,123.89	31,271.43	35,283.39
Valor total de la producción agrícola (\$)*	101,734,198.00	119,577,630.00	163,725,779.50	175,824,252.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,444.78	21,095.33	27,786.68	30,081.19
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,579.33	22,107.16	38,760.84	36,531.11
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.99	5.47	6.60	6.09
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.84	3.68	4.45	4.66
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.98	2.59	2.40	4.15
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.28	4.12	7.15	7.56

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	31,054,958.69	29,012,145.12	22,897,501.44	23,262,775.17
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	29,418,676.88	27,511,363.98	20,588,029.44	22,973,640.24

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.22**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego NÁINARI**

Indicadores de Gestión	NÁINARI	NÁINARI	NÁINARI	NÁINARI
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	8,338,512.00	7,512,464.00	7,501,419.00	7,378,793.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	1,851,437.00	2,048,566.00	2,518,369.00	2,813,324.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	10,189,949.00	9,561,030.00	10,019,788.00	10,192,117.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	9,197,373.00	8,780,219.00	9,334,097.00	9,630,606.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	12,205,263.61	11,766,343.78	15,119,464.48	14,790,953.99
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	10,658.61	10,183.98	10,140.25	10,070.57
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	7,237.18	8,877.47	7,809.66	7,162.42
Eficiencia en la distribución	90.26	91.83	93.16	94.49
Suministro relativo de agua	1.50	1.53	1.92	1.92
Suministro relativo de agua de riego	1.39	1.27	1.35	1.44
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	6,508.55	7,381.97	9,509.70	12,065.10
Valor total de la producción agrícola (\$) *	23,647,570.00	24,274,039.20	32,756,838.00	46,284,005.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	24,735.18	25,855.63	33,150.67	45,732.02
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	16,795.15	22,538.57	25,531.44	32,525.65
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.84	3.23	4.37	6.27
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.57	2.76	3.51	4.81
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.94	2.06	2.17	3.13
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.91	3.17	4.17	6.01

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	8,119,499.52	7,667,863.05	7,862,839.84	7,699,483.02
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	7,357,011.20	7,555,025.76	7,395,956.14	7,094,693.79

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.23

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego DOS

Indicadores de Gestión	DOS	DOS	DOS	DOS
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	43,781,273.00	39,959,583.00	38,099,730.00	40,241,049.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	18,017,528.00	18,936,024.00	18,974,376.00	13,674,859.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	61,798,801.00	58,895,607.00	57,074,106.00	53,915,908.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	50,598,262.00	49,170,887.00	47,273,861.00	45,211,164.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	72,654,435.79	70,383,978.07	89,662,058.53	54,411,297.80
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,573.33	8,735.63	8,380.38	7,944.98
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	10,063.31	9,444.45	7,934.67	7,872.20
Eficiencia en la distribución	81.88	83.49	82.83	83.85
Suministro relativo de agua	1.79	1.65	2.12	1.48
Suministro relativo de agua de riego	1.59	1.45	1.40	1.48
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	47,439.32	46,145.51	53,234.62	61,119.11
Valor total de la producción agrícola (\$)*	120,087,184.00	156,288,922.80	205,340,450.00	283,159,134.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	16,659.66	23,181.39	30,150.83	41,725.97
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,554.99	25,062.37	28,547.26	41,343.14
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.74	3.91	5.39	7.04
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.37	3.18	4.34	6.26
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.65	2.22	2.29	5.20
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.96	3.65	4.85	7.70

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	40,582,552.86	42,761,436.84	42,324,259.37	36,763,593.91
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	38,926,447.98	40,560,877.16	40,861,131.24	36,309,991.26

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.24**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego CUATRO**

Indicadores de Gestión	CUATRO	CUATRO	CUATRO	CUATRO
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	83,572,849.00	77,126,315.00	77,039,294.00	83,780,610.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	1,980,798.00	2,952,111.00	3,620,790.00	3,878,960.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	85,553,647.00	80,078,426.00	80,660,084.00	87,659,570.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	70,468,874.00	69,340,713.00	66,133,282.00	71,781,948.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	100,053,920.65	98,700,335.44	100,264,239.87	123,947,125.46
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,472.60	8,824.07	8,442.83	8,863.18
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,759.46	8,672.13	9,441.66	9,465.45
Eficiencia en la distribución	82.37	86.59	81.99	81.89
Suministro relativo de agua	1.49	1.51	1.77	2.30
Suministro relativo de agua de riego	1.33	1.27	1.49	1.75
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	73,196.58	74,251.62	80,602.47	89,182.69
Valor total de la producción agrícola (\$)*	194,327,488.78	248,056,501.40	339,512,175.00	441,835,647.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	19,244.77	27,334.05	35,537.32	44,673.59
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,896.33	26,863.39	39,741.56	47,709.28
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.33	3.22	4.41	5.27
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.76	3.58	5.13	6.16
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.94	2.51	3.39	3.56
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.90	3.78	6.01	8.20

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	66,939,501.88	65,569,618.26	56,523,136.33	53,884,758.06
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	64,495,700.81	63,082,440.36	54,274,277.01	49,972,819.05

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.25

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego 4-P-4

Indicadores de Gestión	4-P-4	4-P-4	4-P-4	4-P-4
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	57,903,652.00	50,397,697.00	51,765,729.00	49,187,943.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	4,618,846.00	4,674,474.00	4,454,280.00	3,855,132.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	62,522,498.00	55,072,171.00	56,220,009.00	53,043,075.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	52,506,046.00	46,489,287.00	47,223,463.00	44,334,198.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	74,342,275.15	67,588,514.49	89,982,716.83	53,537,712.72
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,966.21	7,497.64	7,967.74	7,828.24
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	11,861.60	10,538.11	12,041.12	11,536.12
Eficiencia en la distribución	83.98	84.42	84.00	83.58
Suministro relativo de agua	2.14	2.02	3.25	2.18
Suministro relativo de agua de riego	1.87	1.74	2.20	2.18
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	41,418.63	40,552.76	44,457.45	43,900.58
Valor total de la producción agrícola (\$)*	103,482,608.00	133,218,274.60	179,611,114.00	198,350,604.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	13,185.08	18,136.61	25,455.27	29,273.13
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,632.44	25,491.44	38,468.86	43,138.45
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	1.79	2.64	3.47	4.03
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	1.97	2.87	3.80	4.47
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.39	1.97	2.00	3.70
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.97	3.98	6.48	8.06

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	34,797,771.54	33,450,005.94	27,697,955.39	24,603,989.96
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	33,371,122.68	31,687,694.22	25,595,738.14	24,295,050.34

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.26**

**"APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO"**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego 4-P-6**

Indicadores de Gestión	4-P-6	4-P-6	4-P-6	4-P-6
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	51,725,220.00	47,739,080.00	45,213,255.00	48,082,673.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	51,725,220.00	47,739,080.00	45,213,255.00	48,082,673.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	42,197,228.00	39,292,374.00	38,037,150.00	39,905,274.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	60,332,816.91	56,869,623.20	71,424,685.43	48,488,294.19
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,049.93	8,909.37	8,253.86	8,653.49
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	10,451.65	10,200.66	10,174.00	10,450.48
Eficiencia en la distribución	81.58	82.31	84.13	82.99
Suministro relativo de agua	1.92	2.03	2.69	1.98
Suministro relativo de agua de riego	1.71	1.77	1.82	1.99
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	36,817.44	39,386.87	39,480.82	40,102.48
Valor total de la producción agrícola (\$) *	94,613,609.00	143,167,047.60	158,100,951.00	179,011,235.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	16,553.75	26,718.74	28,861.97	32,216.84
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,117.72	30,591.25	35,576.27	38,907.03
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	1.83	3.00	3.50	3.72
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.24	3.64	4.16	4.49
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.57	2.52	2.21	3.69
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.01	5.10	5.96	7.31

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	31,413,925.97	28,071,669.60	26,512,104.08	24,504,741.96
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	30,210,180.70	26,904,150.00	24,879,422.92	24,192,518.10

(\$)\* Pesos Mexicanos.



### Anexo 3.27

#### "APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO"

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego 4-P-8

Indicadores de Gestión	4-P-8	4-P-8	4-P-8	4-P-8
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	70,415,490.00	61,846,190.00	63,564,704.00	60,578,323.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	70,415,490.00	61,846,190.00	63,564,704.00	60,578,323.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	58,680,169.00	51,768,756.00	54,292,493.00	51,979,467.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	83,504,385.77	75,287,883.31	98,415,587.44	89,293,519.03
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,585.51	7,808.01	7,388.64	7,890.00
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,567.32	11,277.57	9,172.40	9,652.38
Eficiencia en la distribución	83.33	83.71	85.41	85.81
Suministro relativo de agua	2.61	2.20	2.46	2.52
Suministro relativo de agua de riego	2.38	1.86	1.67	1.76
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	121,878.73	37,943.60	53,638.26	53,775.49
Valor total de la producción agrícola (\$)*	421,999,532.00	132,610,056.00	207,773,891.00	231,983,480.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	45,459.88	16,741.88	24,151.25	30,214.60
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	57,336.89	24,181.26	29,981.80	36,963.59
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	5.99	2.14	3.27	3.83
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	7.19	2.56	3.83	4.46
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	5.05	1.76	2.11	2.60
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	13.19	3.88	5.19	6.56

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	32,000,691.20	34,197,182.04	40,041,886.50	35,388,857.76
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	29,536,857.60	33,193,281.00	38,078,063.10	34,474,381.80

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.28**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego 4-P-10**

Indicadores de Gestión	4-P-10	4-P-10	4-P-10	4-P-10
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	22,045,956.00	20,923,584.00	19,166,297.00	23,057,769.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	22,045,956.00	20,923,584.00	19,166,297.00	23,057,769.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	16,628,670.00	15,782,087.00	14,795,543.00	18,071,183.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	25,356,544.21	24,635,023.80	27,609,206.07	31,228,546.63
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,389.53	9,566.99	9,196.22	10,554.20
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	11,627.61	12,087.57	9,823.83	11,437.39
Eficiencia en la distribución	75.43	75.43	77.20	78.37
Suministro relativo de agua	1.98	2.11	2.51	2.81
Suministro relativo de agua de riego	1.78	1.84	1.84	2.16
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	16,075.20	13,031.52	17,302.49	20,018.53
Valor total de la producción agrícola (\$) *	45,459,991.00	50,167,373.20	70,611,872.00	106,447,659.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	19,361.73	22,938.27	33,880.42	48,724.15
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	23,976.79	28,981.73	36,192.66	52,801.42
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.06	2.40	3.68	4.62
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.73	3.18	4.77	5.89
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.79	2.04	2.56	3.41
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.55	4.30	6.43	9.58

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	12,789,733.44	11,678,503.08	10,987,017.48	11,113,683.84
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	12,392,938.56	11,365,901.79	10,390,226.09	10,670,708.16

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.29

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego 4-P-12

Indicadores de Gestión	4-P-12	4-P-12	4-P-12	4-P-12
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	40,465,418.00	37,649,846.00	41,295,207.00	42,857,354.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	40,465,418.00	37,649,846.00	41,295,207.00	42,857,354.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	31,860,832.00	29,610,836.00	33,063,010.00	35,320,216.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	47,519,510.95	45,083,170.13	61,307,337.02	62,566,674.91
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,088.39	8,595.33	8,359.27	8,132.53
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,155.07	8,329.61	8,657.28	9,532.33
Eficiencia en la distribución	78.74	78.65	80.07	82.41
Suministro relativo de agua	1.55	1.48	2.15	2.46
Suministro relativo de agua de riego	1.36	1.27	1.55	1.77
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	34,702.71	32,342.94	35,906.29	38,431.72
Valor total de la producción agrícola (\$)*	91,567,746.00	110,939,930.40	143,366,682.00	179,476,470.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,302.93	25,327.19	29,021.30	34,057.10
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	20,716.68	24,544.23	30,055.91	39,919.14
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.26	2.95	3.47	4.19
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.87	3.75	4.34	5.08
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.93	2.46	2.34	2.87
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.99	3.64	5.04	7.04

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	30,612,522.20	30,498,971.20	28,470,603.60	25,483,148.16
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	29,672,918.60	29,574,857.20	26,686,337.40	24,248,052.00

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.30**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego SEIS**

Indicadores de Gestión	SEIS	SEIS	SEIS	SEIS
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	67,573,843.00	54,348,644.00	44,261,343.00	60,582,607.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	14,588,812.00	13,857,463.00	15,885,633.00	9,360,456.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	82,162,655.00	68,206,107.00	60,146,976.00	69,943,063.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	66,464,725.00	56,076,502.00	55,484,383.00	62,826,092.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	95,480,650.11	80,569,871.68	95,182,915.60	103,512,142.48
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,698.70	9,361.69	6,954.44	7,792.50
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	10,290.91	8,621.68	8,144.48	8,575.66
Eficiencia en la distribución	80.89	82.22	92.25	89.82
Suministro relativo de agua	1.76	1.56	2.12	2.22
Suministro relativo de agua de riego	1.56	1.38	1.48	1.60
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	66,231.56	68,905.65	66,954.24	73,553.52
Valor total de la producción agrícola (\$) *	176,999,048.00	228,973,285.20	272,136,725.00	359,218,600.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,739.20	31,427.94	31,465.59	40,021.28
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	22,169.22	28,943.66	36,849.93	44,043.48
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.62	4.21	6.15	5.93
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.66	4.08	4.90	5.72
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.85	2.84	2.86	3.47
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.26	4.42	6.07	7.72

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	54,341,818.56	51,758,350.38	44,813,878.55	46,560,565.00
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	52,547,654.08	49,331,492.91	40,505,100.30	43,781,815.80

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.31

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego OCHO

Indicadores de Gestión	OCHO	OCHO	OCHO	OCHO
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	59,399,666.00	56,230,934.00	53,072,558.00	60,022,885.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	10,098,740.00	7,580,131.00	6,959,376.00	3,944,938.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	69,498,406.00	63,811,065.00	60,031,934.00	63,967,823.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	60,340,519.00	56,911,050.00	51,356,658.00	55,272,815.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	82,037,484.68	77,882,565.41	92,125,251.10	95,389,753.14
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,814.99	7,695.51	7,577.57	7,613.78
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,115.74	8,709.03	7,805.48	8,047.28
Eficiencia en la distribución	86.82	89.19	85.55	86.41
Suministro relativo de agua	1.52	1.55	2.05	1.98
Suministro relativo de agua de riego	1.33	1.33	1.42	1.41
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	57,660.61	57,108.37	60,621.78	66,353.66
Valor total de la producción agrícola (\$)*	142,450,994.80	181,531,953.40	230,023,637.00	273,253,254.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	16,018.40	21,892.45	29,034.88	32,523.99
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	18,684.55	24,775.75	29,908.16	34,375.80
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.40	3.23	4.33	4.55
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.36	3.19	4.48	4.94
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.74	2.33	2.50	2.86
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.64	3.61	5.11	5.66

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	53,858,070.72	50,232,886.22	45,029,343.71	48,283,974.78
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	52,266,941.92	47,959,098.31	42,367,104.06	45,460,013.04

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.32**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego DIEZ**

Indicadores de Gestión	DIEZ	DIEZ	DIEZ	DIEZ
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	55,534,895.00	44,628,461.00	47,350,493.00	51,641,312.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	18,195,028.00	21,493,586.00	17,615,839.00	18,746,199.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	73,729,923.00	66,122,047.00	64,966,332.00	70,387,511.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	58,233,311.00	53,357,001.00	52,690,731.00	56,213,545.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	86,434,200.85	80,460,452.59	98,630,313.75	103,263,307.80
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,183.00	7,825.77	7,817.81	8,007.39
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,207.03	8,412.47	8,215.27	8,434.69
Eficiencia en la distribución	78.98	80.69	81.10	79.86
Suministro relativo de agua	1.61	1.62	2.23	2.32
Suministro relativo de agua de riego	1.41	1.38	1.57	1.63
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	59,298.84	59,697.37	73,761.33	78,103.52
Valor total de la producción agrícola (\$)*	157,939,126.00	216,660,774.00	306,545,406.00	390,616,980.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	17,529.06	25,642.54	36,888.56	44,437.17
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,722.67	27,564.98	38,763.96	46,808.51
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.84	4.85	6.47	7.56
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.71	4.06	5.82	6.95
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.83	2.69	3.11	3.78
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.95	4.37	6.92	8.76

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	53,601,467.92	49,543,938.00	44,324,893.56	44,567,557.35
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	52,217,445.28	48,038,040.60	41,473,506.00	43,064,455.95

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.33

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego P10-SUR

Indicadores de Gestión	P10-SUR	P10-SUR	P10-SUR	P10-SUR
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	12,302,054.00	9,143,416.00	8,584,967.00	9,613,362.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	12,302,054.00	9,143,416.00	8,584,967.00	9,613,362.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	11,098,764.00	8,396,822.00	7,807,471.00	9,037,716.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	15,490,427.65	11,199,685.84	14,792,865.46	15,412,949.93
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	6,875.69	6,429.79	5,978.31	6,041.92
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	8,901.63	7,087.92	7,178.07	8,462.47
Eficiencia en la distribución	90.22	91.83	90.94	94.01
Suministro relativo de agua	1.65	1.34	1.97	2.17
Suministro relativo de agua de riego	1.38	1.12	1.23	1.56
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	13,990.32	11,060.21	12,171.61	9,882.46
Valor total de la producción agrícola (\$)*	37,342,013.00	41,086,323.60	46,549,381.00	35,367,380.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	20,870.67	28,892.52	32,415.55	22,228.12
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	27,020.27	31,849.86	38,920.89	31,133.26
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	3.04	4.49	5.42	3.68
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.36	4.89	5.96	3.91
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.41	3.67	3.15	2.29
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.99	4.91	6.19	4.98

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	9,369,462.48	8,360,928.60	7,516,860.00	7,101,908.48
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	8,887,227.40	8,175,658.80	6,986,948.28	6,175,625.44

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.34**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego DOCE**

Indicadores de Gestión	DOCE	DOCE	DOCE	DOCE
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	76,070,270.00	55,398,716.00	54,934,092.00	60,131,180.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	4,482,246.00	9,084,431.00	6,861,499.00	7,162,128.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	80,552,516.00	64,483,147.00	61,795,591.00	67,293,308.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	62,556,268.00	52,341,803.00	50,402,494.00	52,350,017.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	96,744,997.58	75,555,009.94	93,682,743.22	98,437,718.90
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,864.89	8,421.58	8,377.75	7,875.70
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	11,450.25	9,774.62	9,642.00	9,438.05
Eficiencia en la distribución	77.66	81.17	81.56	77.79
Suministro relativo de agua	2.09	1.64	2.23	2.50
Suministro relativo de agua de riego	1.82	1.44	1.62	1.96
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	55,699.49	52,911.19	52,656.31	60,893.16
Valor total de la producción agrícola (\$) *	154,465,829.00	184,531,605.40	206,399,717.00	276,321,445.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	16,999.13	24,100.07	27,982.00	32,339.40
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	21,956.76	27,972.05	32,204.67	38,754.76
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.03	3.33	3.76	4.60
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.47	3.53	4.10	5.28
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.60	2.44	2.20	2.81
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.34	4.00	4.92	7.02

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	46,220,583.15	46,190,412.81	41,961,645.70	39,380,772.50
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	44,345,192.85	44,676,995.04	38,262,499.08	34,403,462.10

(\$)\* Pesos Mexicanos.



### Anexo 3.35

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego CATORCE

Indicadores de Gestión	CATORCE	CATORCE	CATORCE	CATORCE
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	61,230,218.00	49,713,980.00	45,812,504.00	48,799,554.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	6,893,410.00	9,372,908.00	10,425,611.00	9,042,300.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	68,123,628.00	59,086,888.00	56,238,115.00	57,841,854.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	56,837,487.00	49,369,212.00	47,107,889.00	49,614,353.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	83,518,756.35	70,706,763.11	88,760,101.06	87,620,355.70
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,885.37	7,352.89	7,475.48	7,080.06
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,235.85	7,845.82	7,654.57	8,390.17
Eficiencia en la distribución	83.43	83.55	83.77	85.78
Suministro relativo de agua	1.84	1.51	1.99	2.51
Suministro relativo de agua de riego	1.58	1.29	1.39	1.88
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	59,925.55	62,551.00	67,616.58	72,238.46
Valor total de la producción agrícola (\$)*	170,966,062.00	231,631,866.00	284,699,584.00	391,323,707.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	19,789.48	28,824.74	37,843.84	47,899.51
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	23,178.70	30,757.12	38,750.45	56,762.94
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.79	4.66	6.21	8.02
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.01	4.69	6.04	7.89
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.05	3.28	3.21	4.47
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.77	4.94	6.38	11.22

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	45,295,573.44	46,918,958.41	44,638,020.96	34,878,055.86
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	43,251,757.60	45,644,035.42	40,523,113.20	30,791,568.42

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.36**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego DIÉCISEIS**

Indicadores de Gestión	DIÉCISEIS	DIÉCISEIS	DIÉCISEIS	DIÉCISEIS
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	78,662,350.00	68,270,504.00	68,556,623.00	71,241,831.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	2,505,492.00	3,660,768.00	4,045,870.00	3,437,705.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	81,167,842.00	71,931,272.00	72,602,493.00	74,679,536.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	65,248,042.00	57,103,870.00	58,111,116.00	60,752,618.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	96,643,237.51	83,355,547.84	108,819,754.82	105,626,761.51
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,346.53	9,104.52	8,666.05	8,795.84
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,593.17	8,221.66	8,600.15	8,263.75
Eficiencia en la distribución	80.39	79.39	80.04	81.35
Suministro relativo de agua	1.81	1.45	2.12	2.28
Suministro relativo de agua de riego	1.58	1.28	1.53	1.81
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	65,239.10	64,123.30	72,543.76	84,214.82
Valor total de la producción agrícola (\$) *	178,956,946.60	230,925,317.20	286,110,871.00	427,934,090.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	20,607.00	29,228.06	34,151.03	50,402.59
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	21,150.80	26,394.48	33,891.36	47,353.56
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.28	3.38	4.17	6.01
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.74	4.04	4.92	7.04
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.85	2.77	2.63	4.05
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.49	4.11	6.03	10.38

**Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.**

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	53,379,095.24	57,640,686.74	51,347,536.38	46,353,484.10
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	51,302,427.40	56,239,709.37	47,433,909.60	41,214,232.57

**(\$)\* Pesos Mexicanos.**

### Anexo 3.37

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-73.5

Indicadores de Gestión	K-73.5	K-73.5	K-73.5	K-73.5
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	5,280,806.00	5,294,015.00	4,641,502.00	4,431,046.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	0.00	169,488.00	362,736.00	458,568.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	5,280,806.00	5,463,503.00	5,004,238.00	4,889,614.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	4,765,908.00	4,949,624.00	4,493,246.00	4,396,423.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	6,375,238.00	6,394,389.00	7,713,718.00	6,840,913.50
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,175.01	7,582.93	7,424.69	6,843.41
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	6,385.50	6,812.35	5,673.74	5,613.79
Eficiencia en la distribución	90.25	90.59	89.79	89.91
Suministro relativo de agua	1.18	1.20	1.24	1.30
Suministro relativo de agua de riego	1.02	1.06	0.89	0.99
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	6,522.87	6,136.25	6,754.49	7,219.90
Valor total de la producción agrícola (\$)*	14,821,714.00	18,742,840.80	23,965,447.00	26,383,728.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	20,138.20	26,013.66	35,557.04	36,926.14
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	17,922.27	23,370.13	27,171.71	30,291.31
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.81	3.54	5.16	5.95
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.11	3.79	5.33	6.00
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.32	2.93	3.11	3.86
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	2.74	3.53	3.84	5.00

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	5,405,743.39	5,307,419.46	6,243,519.24	5,276,378.64
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	5,157,924.57	5,164,880.00	5,625,625.32	4,930,809.39

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.38**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego DIECIOCHO**

Indicadores de Gestión	DIECIOCHO	DIECIOCHO	DIECIOCHO	DIECIOCHO
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	17,358,626.00	16,171,647.00	16,470,930.00	17,968,894.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	279,504.00	49,536.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	17,358,626.00	16,171,647.00	16,750,434.00	18,018,430.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	14,758,474.00	13,609,140.00	14,335,221.00	15,296,339.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	20,653,705.29	18,914,573.47	25,249,639.40	24,528,008.28
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,833.60	7,617.32	7,922.71	7,559.37
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	7,822.72	7,340.74	8,033.78	8,507.29
Eficiencia en la distribución	85.02	84.15	85.58	84.89
Suministro relativo de agua	1.61	1.39	2.05	2.25
Suministro relativo de agua de riego	1.40	1.21	1.47	1.73
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	15,083.84	14,611.01	16,646.79	18,029.16
Valor total de la producción agrícola (\$) *	38,650,165.00	53,734,234.00	65,225,885.00	82,691,670.00
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	17,442.04	25,310.40	30,850.89	34,692.07
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	17,417.83	24,391.39	31,283.40	39,042.34
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.23	3.32	3.96	4.60
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.62	3.95	4.55	5.41
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.87	2.84	2.58	3.37
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.12	4.02	5.72	7.95

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	12,855,843.07	13,587,178.74	12,344,701.20	10,881,055.56
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	12,385,548.21	13,355,951.86	11,406,847.35	10,407,894.36

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.39

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego DIECINUEVE

Indicadores de Gestión	DIECINUEVE	DIECINUEVE	DIECINUEVE	DIECINUEVE
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	27,899,717.00	24,261,921.00	24,395,544.00	25,223,494.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	27,899,717.00	24,261,921.00	24,395,544.00	25,223,494.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	24,181,830.00	21,463,650.00	21,197,278.00	22,182,534.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	32,807,828.16	28,298,660.66	36,659,438.40	34,205,511.58
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	8,452.72	7,765.28	7,996.65	7,669.26
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	7,203.64	6,636.19	6,841.15	7,515.94
Eficiencia en la distribución	86.67	88.47	86.89	87.94
Suministro relativo de agua	1.49	1.23	1.69	1.90
Suministro relativo de agua de riego	1.33	1.07	1.20	1.47
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	24,479.65	23,540.58	27,029.77	26,334.85
Valor total de la producción agrícola (\$)*	66,200,033.00	87,626,432.40	102,849,039.00	113,493,232.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	20,056.48	28,045.75	33,713.04	34,507.86
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	17,092.70	23,967.84	28,841.57	33,818.01
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.37	3.61	4.22	4.50
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.74	4.08	4.85	5.12
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.02	3.10	2.81	3.32
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.01	3.81	4.75	6.30

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	21,975,905.49	23,011,522.08	21,663,735.28	18,025,545.84
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	21,047,702.31	22,630,493.76	20,407,790.08	17,174,262.88

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.40**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego VEINTE**

Indicadores de Gestión	VEINTE	VEINTE	VEINTE	VEINTE
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	35,869,170.00	33,574,911.00	31,303,746.00	31,393,728.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	600,870.00	82,210.00	0.00	0.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	36,470,040.00	33,657,121.00	31,303,746.00	31,393,728.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	30,161,583.00	28,852,710.00	26,526,440.00	26,131,033.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	43,615,693.00	39,133,476.18	49,130,800.61	43,587,085.06
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,589.36	7,940.49	7,058.99	7,031.39
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	7,978.57	7,457.82	6,778.64	6,464.94
Eficiencia en la distribución	82.70	85.73	84.74	83.24
Suministro relativo de agua	1.78	1.45	1.77	1.79
Suministro relativo de agua de riego	1.56	1.26	1.22	1.35
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	35,854.49	36,012.17	39,374.65	43,895.01
Valor total de la producción agrícola (\$)*	106,163,045.00	135,572,518.20	161,256,831.00	224,933,262.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	22,092.36	31,984.68	36,363.41	50,379.25
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	23,225.34	30,040.44	34,919.19	46,320.69
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.96	4.04	5.15	7.16
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	3.52	4.70	6.08	8.61
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	2.43	3.46	3.28	5.16
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	4.32	5.01	5.82	9.24

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	24,557,926.05	27,053,494.41	27,683,986.40	24,348,712.40
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	23,352,233.38	26,646,015.64	25,727,016.54	23,293,406.48

(\$)\* Pesos Mexicanos.

### Anexo 3.41

#### “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”

##### Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego K-88.5

Indicadores de Gestión	K-88.5	K-88.5	K-88.5	K-88.5
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	49,988,713.00	38,103,185.00	37,115,996.00	39,293,810.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	7,313,726.00	7,253,236.00	8,547,721.00	5,769,612.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	57,302,439.00	45,356,421.00	45,663,717.00	45,063,422.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	45,350,850.00	37,956,640.00	39,035,740.00	39,410,950.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	65,801,216.50	52,710,433.97	65,545,111.62	74,863,581.59
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	9,345.02	7,931.50	8,250.13	7,308.40
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	10,158.21	8,382.26	7,980.38	8,026.97
Eficiencia en la distribución	79.14	83.69	85.49	87.46
Suministro relativo de agua	1.94	1.57	2.01	2.59
Suministro relativo de agua de riego	1.74	1.41	1.47	1.67
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	42,477.84	38,096.81	44,854.14	50,079.33
Valor total de la producción agrícola (\$)*	116,117,674.00	138,011,766.00	174,929,169.50	242,937,262.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	18,936.75	24,134.18	31,604.70	39,399.62
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	20,584.59	25,505.78	30,571.33	43,273.47
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.32	3.62	4.71	6.18
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.56	3.64	4.48	6.16
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.76	2.62	2.67	3.25
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.43	4.12	5.36	8.40

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	33,856,379.44	33,503,992.13	32,645,326.06	28,921,082.40
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	32,967,978.35	32,260,868.99	31,051,577.40	26,976,448.94

(\$)\* Pesos Mexicanos.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

**Anexo 3.42**

**“APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN EN MÓDULOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA MÉXICO”**

**Indicadores IPTRID para el Módulo de Riego VEINTIDÓS**

Indicadores de Gestión	VEINTIDÓS	VEINTIDÓS	VEINTIDÓS	VEINTIDÓS
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Volumen de agua de riego por gravedad suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	37,583,888.00	31,690,838.00	29,667,548.00	30,951,744.00
Volumen de agua de riego por pozo suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	4,218,434.00	7,170,959.00	8,156,141.00	4,865,101.00
Volumen de agua total suministrada a los usuarios (m <sup>3</sup> )	41,802,322.00	38,861,797.00	37,823,689.00	35,816,845.00
Volumen de agua de riego eficiente que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	38,087,258.00	35,793,838.00	34,288,946.00	32,526,958.00
Volumen total de agua que entra al sistema (m <sup>3</sup> )	49,223,483.81	45,189,020.91	55,366,478.20	59,222,359.35
Suministro de agua de riego por unidad de área regable (m <sup>3</sup> /ha)	7,807.14	7,898.61	7,744.65	7,395.82
Suministro de agua de riego por unidad de área regada	9,678.70	9,776.55	9,109.75	8,802.37
Eficiencia en la distribución	91.11	92.11	90.65	90.81
Suministro relativo de agua	1.90	1.89	2.38	2.83
Suministro relativo de agua de riego	1.68	1.69	1.70	1.82
Garantía de suministro (%)	84.74	84.74	84.74	84.74
Producción agrícola (t)	30,615.70	29,592.11	32,004.46	34,779.97
Valor total de la producción agrícola (\$) *	83,884,715.60	109,016,442.60	124,121,096.00	159,748,459.50
Productividad por unidad de área regable (\$/ha)	15,666.59	22,157.45	25,414.60	32,986.46
Productividad por unidad de área regada (\$/ha)	19,422.25	27,425.52	29,894.29	39,259.88
Productividad por unidad de agua de riego suministrada (\$/m <sup>3</sup> )	2.23	3.44	4.18	5.16
Productividad por unidad de agua de riego (\$/m <sup>3</sup> )	2.20	3.05	3.62	4.91
Productividad por unidad de agua total (\$/m <sup>3</sup> )	1.70	2.41	2.24	2.70
Productividad por unidad de agua consumida (\$/m <sup>3</sup> )	3.23	4.57	5.33	7.65

Fuente: Rodríguez Díaz, 2003; adaptado para el Distrito de Riego del Río Yaqui.

Etc (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	25,964,661.87	23,872,061.25	23,274,202.08	20,895,210.18
Req. Riego Total (Cropwat 8.0) m <sup>3</sup>	24,921,191.47	22,993,467.00	22,221,836.16	19,644,969.24

(\$)\* Pesos Mexicanos.







## **CAPÍTULO 4**

### **COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**



## **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Una gestión fundamental para la competitividad y sostenibilidad en las áreas agrícolas regables del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui prosperará desarrollando una planeación estratégica, la cual consta de múltiples factores a atender. (Goodstein, et al., 1998) indica que, 1) la estrategia es un patrón de decisiones coherente, unificada e integradora; esto significa que la estrategia es desarrollada en forma consciente, explícita y práctica; 2) la estrategia permite establecer un propósito organizacional acorde con los objetivos de largo plazo, planes de acción y ubicación de sus recursos; 3) la estrategia es la definición del ámbito de acción con el cual se pretende ser más prósperos; 4) la estrategia es una respuesta a las fuerzas y debilidades (internas), peligros y oportunidades (externos) para lograr una ventaja competitiva; 5) la estrategia se convierte en un sistema lógico para diferenciar los niveles funcionales y posición en la estructura de tareas directivas y las operativas y los papeles que cada quien debe tener en la organización, y 6) la estrategia es una vía para definir la contribución que hace a las partes interesadas, es “su razón de ser”. Considerando la importancia de la planeación, la presente investigación, proyecta la elaboración de un Plan Estratégico para el distrito y sus 42 módulos de riego, ubicado en el sur del estado de Sonora, México.

Al elaborar una planeación estrategia sólida y consistente, generará ventajas competitivas y sustentables en el uso eficiente de agua de riego y demás acciones vinculadas con la actividad agrícola; utilizando la Metodología de Marco Lógico (MML) elaborada originalmente por (León y Lawrence 1979); la cual, considera cinco etapas en esta investigación: la primera fue, identificar a los actores y elaborar un diagnóstico del área regable; la segunda, identificar y priorizar problemas, estableciendo las relaciones de causalidad; la tercer etapa desarrollada fue, la de establecer objetivos para todos y cada uno de los problemas considerados; la cuarta etapa, plantear un modelo de solución generando proyectos concretos (estrategias a seguir) elaborando una matriz de indicadores; y la última etapa, sería la evaluación y monitoreo de la planeación estratégica (a corto

plazo), con la finalidad de identificar metas y dar seguimiento a los indicadores para evaluar si éstos se están obteniendo (Martínez et al., 2010).

El imperativo de una mayor competitividad y sustentabilidad, en la creciente complejidad del mundo actual, han puesto de manifiesto las limitaciones de las herramientas tradicionales de planeación. En medio de esta realidad, se ha convertido en una necesidad urgente para las sociedades y gobiernos poner en práctica instrumentos de gestión que les permitan conjugar una dirección sólida y duradera de largo plazo con un marco operativo a corto plazo. Todo ello genera nuevos instrumentos de gestión como la planeación estratégica en que los grupos regionales y locales se vuelven actores estratégicos del desarrollo, identificando algunas estrategias indicativas para: 1) facilitar la articulación de los actores ya consolidados en la producción (módulos de riego); 2) permitir que las experiencias de los módulos de riego exitosos sirvan de experiencia a aquellos que lo requieran y 3) detectar los principales problemas que enfrentan los módulos para avanzar en los ámbitos de organización, capacitación, infraestructura, financiamiento, competitividad y sostenibilidad.

Con las estrategias indicativas, se busca detonar una disciplina de planeación para construir un instrumento de apoyo capaz de movilizar los recursos endógenos de la región; en virtud de que el crecimiento sostenido de la productividad requiere que una economía se perfeccione continuamente (Porter, 1990). La colaboración y cooperación entre los diversos actores es requisito imprescindible para establecer el nuevo modelo de desarrollo incluyente y generador de competitividad y sostenibilidad en el distrito de riego.

El método de marco lógico, da respuesta a tres problemas comunes a proyectos (Ortegón, et al., 2005), a) planificación de proyectos carentes de precisión, con objetivos múltiples que no están claramente relacionados con las actividades del proyecto; b) proyectos que no se ejecutan exitosamente, y c) no existe una imagen clara de cómo es el proyecto si tuviese éxito.

A mediados de los años '60, las Agencias de Financiamiento al Desarrollo impulsaron la creación de nuevas metodologías para conducir la gestión de implementación de proyectos y programas. Entre las soluciones propuestas, la que resultó más atractiva fue la llamada Marco

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Lógico (Logical Framework o Logframe), desarrollada en Estados Unidos por la empresa Practical Concepts Inc.

A partir de principios de la década de los ´70, la U.S. Agency for International Development – USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) comenzó formalmente a utilizar el Marco Lógico en la planeación de sus proyectos. De ahí en adelante, la metodología se expandió primero entre la comunidad de agencias para el desarrollo internacional, y luego en los diversos ámbitos académicos y profesionales de la gestión (Aldunate, y Córdoba, 2011).

Algunas investigaciones que referencian a la metodología de marco lógico, son: Modelo de planificación estratégica basado en el sistema de marco lógico. Caso de aplicación "Fundación Árbol de la Esperanza" (Bedon, 2012), la cual radica en la vinculación de los involucrados en el proceso de diagnóstico (a través de herramientas como la matriz de involucrados y el árbol de problemas) y en el direccionamiento estratégico (a través del árbol de objetivos y de la matriz de marco lógico). La aplicación de este proceso ha permitido tener claro el direccionamiento estratégico a sus directivos y a sus colaboradores. (Conza, 2003) en su investigación "Modelo de identificación, formulación y evaluación de proyectos de desarrollo sostenible aplicado al abastecimiento de agua en zonas marginales: el sistema de marco lógico", determina que el empleo del sistema de marco lógico facilita la comprensión entre los actores y quienes promueven el desarrollo de proyecto. Además, articula los esfuerzos de todos en las diferentes etapas de la elaboración de los proyectos, fruto del análisis consciente y real de la problemática del desarrollo.

En la investigación denominada "Evaluación mediante el marco lógico del proyecto: conservación de suelos en áreas degradadas en Tlacotepec plumas, Oaxaca", menciona que el enfoque del marco lógico es importante porque ayuda a la planeación de un proyecto, el formular mejor sus pensamientos y a expresarlos de forma clara, y no pretende más que eso. No es más que un instrumento para mejorar la planificación y ejecución de un proyecto o programa y no garantiza la eficiencia al efectuarla. La puesta en marcha del proyecto dependerá de la empresa responsable de la ejecución y de los beneficiarios, al asumir la responsabilidad de realizar las actividades satisfactoriamente con los lineamientos especificados en el proyecto (Vázquez, 2013); por ultimo (Montiel, 2016) en la investigación "Aportaciones de la metodología de marco lógico para la

integración de proyectos universitarios”, indica que el marco lógico tiene herramientas para la fase de diagnóstico del proyecto, que pueden aportar facilidad para identificar, sistematizar y presentar ordenada y comprensiblemente toda la información clave sobre una propuesta de proyecto para su aprobación o rechazo sobre una base firme de decisión. Así como para identificar a los involucrados del proyecto desde esta fase temprana del proyecto e involucrarlos oportunamente.

El propósito de este trabajo fue desarrollar estrategias que permitan analizar la eficiencia del riego a nivel módulo y que puedan ser aplicados en otras zonas regables de México. Todo lo anterior permitió responder preguntas y confirmar la siguiente hipótesis: *El distrito y los módulos de riego presentan condiciones de desvinculación de actores y recursos que disminuyen su eficiencia y competitividad en el uso de agua de riego.* Por lo que, el objetivo fue: *determinar la importancia del uso eficiente de agua de riego para la competitividad y sostenibilidad, como indicador determinante de permanencia de la actividad agrícola en las áreas regables del distrito de riego.*

#### **4.2 ÁREA DE ESTUDIO EN EL DISTRITO DE RIEGO 041, RÍO YAQUI**

Este capítulo, trata de profundizar sobre las características generales que presenta el Distrito de Riego, así como las condiciones que prevalecen para la producción agrícola. El sector primario tiene un importante efecto multiplicador a través del consumo intermedio que genera, al estimar la demanda para otras actividades y agentes involucrados en el abasto de agua, semillas, fertilizantes y agroquímicos, el almacenamiento, el transporte, servicios financieros, envases y empaques, distribución y comercialización de la producción agrícola, entre otros.

El Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui forma parte de la planicie costera en el Noroeste de México, que tradicionalmente ha sido una región agrícola productora de trigo (Figura 4.1.).

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**



*Figura 4.1. Fracción del área agrícola del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui.*

### **4.3 ANÁLISIS CON RESPECTO A LAS TEORÍAS DE PLANEACIÓN**

Dentro del contexto para el área agrícola de estudio en el Distrito de Riego, se precisa que existió una planeación técnica que permitió desarrollar la planeación adecuada en cuanto al número de cuadriláteros existentes para la producción agrícola, así como la derivación de una red de dos mil 760 kilómetros de canales principales y secundarios que cuentan con la capacidad de irrigar 225 mil hectáreas de superficie; siendo una de las infraestructuras hidráulicas más importantes del país.

Por otra parte, dicha planificación a partir de 1900 a la fecha ha presentado diversos cambios, donde se ha adaptado rápidamente a la dinámica que ha prevalecido durante este tiempo, con sus características particulares de cada etapa. Ante esta situación, se puede señalar que el sector agrícola no deja de ser importante para la agenda gubernamental, solo que con distinto grado de dependencia, y trata de verlo como una actividad que dependa de sí misma y sea apoyada en lo mínimo por el Estado.

Por último, en cuanto a que la práctica de planificación se ha podido justificar políticamente a diferentes niveles, como son el federal, estatal y municipal para llegar a acuerdos, sobre todo en la distribución de agua por ha, para que haya un acuerdo general en los productores y actores institucionales con la finalidad de llegar a desarrollar la actividad agrícola adecuadamente.



#### 4.3.1 Desarrollo y crecimiento

Martínez (2006) menciona que “el origen de la discusión sobre desarrollo parte de estudios sobre países “subdesarrollados” a partir de los cuales se corrobora o desecha la importancia de los diferentes factores considerados por las teorías de crecimiento como explicativos o causantes de dinámicas de desarrollo. Se construyen propuestas de interpretación que tratan de incorporar elementos de otra naturaleza que la económica como son aspectos sociales, institucionales, políticos y ambientales.”

Además menciona que se tiene que “destacar el origen económico del concepto de desarrollo, lo cual implica que una parte fundamental del desarrollo va a ser la generación de recursos adicionales (producción) que puedan distribuirse y contribuir a la expansión del sistema considerado” y concluye señalando que “podrían darse situaciones de crecimiento sin desarrollo, en las que los recursos adicionales no repercutiesen en una mejora estructural de la región; sin embargo, es inconcebible la existencia de desarrollo sin crecimiento”.

Desde la perspectiva del porqué unas regiones crecen más que otras (considerando la importancia del Distrito de Riego 041 a nivel nacional), se puede atribuir básicamente al proceso endógeno o local, el cual se retroalimenta de los cambios que realizan los individuos a través de la generación de conocimientos y en la misma formación de capital humano, entre otros factores.

Díaz (2003) menciona que “aunque algunos analistas económicos pueden ubicar el nacimiento de la teoría moderna del crecimiento en los años cincuenta, los economistas clásicos como Adam Smith, David Ricardo y Thomas Malthus fueron los primeros que discutieron sobre los componentes básicos de la teoría moderna del crecimiento. En particular, el énfasis de sus estudios se centró en el comportamiento competitivo, la dinámica del equilibrio y el impacto de los retornos decrecientes en la acumulación de trabajo y capital, fundamentos de lo que ahora se denomina como el acercamiento neoclásico de la teoría del crecimiento”.

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

##### **4.3.2 Desarrollo regional**

El desarrollo regional es un proceso que presenta distintos componentes y que denotan una conversión en las instancias económicas, políticas, sociales y culturales que buscan mejorar e incrementar la calidad de vida para los individuos que habitan en determinada región, por ello es importante analizar los siguientes planteamientos, con el propósito de adecuar las características que conforman a los productores agrícolas en el Distrito de Riego, en una perspectiva de posibilidades de desarrollo.

Martínez (2006) menciona que para entender la región, se considera un procedimiento complicado y adaptativo donde “las partes que la integran pueden actuar de manera independiente pero sus acciones repercutirán en las demás, y es precisamente la existencia de esas interrelaciones lo que indica que es un sistema.

Covarrubias (2004) menciona que el nuevo paradigma de desarrollo regional hace énfasis en la noción de “territorio” (en este caso la delimitación del área geográfica donde se ubica el distrito de riego) y en las posibilidades de desarrollo “endógeno” al mismo tiempo que destaca el carácter “localizado” de muchos de los factores explicativos de dicho desarrollo. No es casual entonces que las nuevas investigaciones tomen en cuenta una serie de variables determinantes que antes eran marginadas por los analistas. En este sentido se señala el carácter estratégico que en los procesos de desarrollo regional tienen ahora las instituciones, la historia, la cultura y la política local. Pasa a ser determinante en la consecución de este desarrollo la interacción entre la actividad económica, la cultura social y el sistema de valores locales. Estas variables se expresan en un conjunto de variables económicas, humanas, institucionales y culturales que condicionan las características de la estructura productiva y social, las relaciones entre los seres humanos, las articulaciones entre las empresas, los comportamientos de los sujetos, las capacidades profesionales, los procesos de socialización y las expectativas de las nuevas generaciones.

Por su parte Furió (1996) menciona que la posibilidad de alcanzar un desarrollo regional armónico e integrado, con un cierto grado de autonomía, descansa en privilegiar las actividades nacidas de los recursos naturales locales, del uso de las tradiciones profesionales y productivas

locales y del desarrollo de sus recursos humanos. Considerando que lo que indica el autor facilita y ha dado mayor fortaleza a la región del Distrito de Riego 041, Río Yaqui para ser una región de las más tecnificadas para la producción agrícola a nivel nacional, en virtud del potencial que presenta tanto en condiciones climatológicas como edafológicas, aunado a la consolidación de las organizaciones que han permanecido y se han fortalecido a través del tiempo para seguir innovando con el único objetivo de consolidar la actividad agrícola.

González y Villa (2004), mencionan que el origen del desarrollo regional como teoría y metodología procede del campo económico, existiendo otras teorías tales como; la teoría de localización que al amparo de la teoría marginalista, establece los mecanismos de distribución de los factores y los criterios para su asignación espacial tomando como elementos centrales a las empresas, los mercados, los consumidores, las distancias y la disponibilidad de materia prima.

Krugman (1992) menciona que fue Alfred Marshall quien realizó el análisis económico clásico del fenómeno de la localización industrial, identificando tres razones diferentes a favor de la concentración de una actividad en un determinado lugar. En primer lugar, gracias a la concentración de un elevado número de empresas de un ramo en el mismo lugar, un centro industrial crea un mercado conjunto para trabajadores cualificados; este mercado conjunto beneficia tanto a los trabajadores como a las empresas.

En segundo lugar, un centro industrial permite el aprovisionamiento, en una mayor variedad y a un coste inferior, de factores concretos necesarios al sector que no son objeto de comercio.

Por último, debido a que la información fluye con más facilidad en un ámbito reducido que a lo largo de grandes distancias, un centro industrial genera lo que podríamos llamar ósmosis tecnológica.

Villa (2002) indica que Ferreira en 1989 plantea que la teoría de localización tiene sus orígenes en la tradición alemana de los teóricos de la economía espacial, quienes se dedicaron a enumerar los factores locacionales peculiares de cada país en cada época que explicarían las ventajas comparativas de dicho país para que ahí se localizaran las actividades productivas.

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Comúnmente se ha dividido a la tradición germánica en dos subconjuntos: las teorías que consideran la decisión de localización de una empresa que sirve a uno o más mercados, que tiene uno o más proveedores, con número no inferior a tres y aquellas teorías que consideran a los consumidores dispersos en áreas de mercado de diferentes tamaños (Ferreira, 1989).

Por su parte Richardson (1978) explica que los determinantes de la estructura espacial urbana paradójicamente empiezan con un modelo de renta de tierra para la agricultura. En efecto este modelo provee el apuntalamiento de la teoría moderna de la renta de tierra urbana, principalmente sobre la idea de que la renta de localización es determinada por el ahorro del costo de transporte y el modelo de la zona concéntrica del uso de la tierra urbana. La discusión de localización ilustra la interdependencia entre decisiones de localización, renta de la tierra y estructura espacial.

González y Villa (2004), consideran que la región es la expresión espacial de las relaciones de producción capitalista a través de las cuales se transforma el entorno geográfico mediante el proceso de producción y donde se genera la transformación de las clases sociales. Dichas transformaciones incluyen cambios en la condición de vida, de la cultura y la ideología.

Por su parte Martínez (2006) afirma que el desarrollo regional presenta sus inicios en la cuestión económica, lo que daba paso a que la productividad generara un valor agregado en sus productos terminados; y por ende se incrementara el bienestar territorial, dando marcha a que la industrialización se convirtiera en el objetivo de toda política económica y de desarrollo.”

La misma autora, menciona que al transcurrir el tiempo y las condiciones que imperaron durante los últimos treinta años, interactúan otros factores con el sistema económico y condicionan su estructura, así como su funcionamiento, tales como el nivel educativo, la integración social y las instituciones, que surgieron en el campo del desarrollo, especialmente en el ambiente regional y local; favoreciendo una aproximación paulatina entre políticas económicas y sociales.

Además, menciona que “una sólida estructura económica en la que prevalezca una visión de desarrollo de largo plazo, es la mejor garantía de ciertas condiciones de vida para la población

que se desenvuelve en un sistema”. Tal es el caso del Distrito de riego que ha prevalecido desde 1890, año en que autorizó la concesión para abrir al cultivo en 15.000 hectáreas.

Por su parte Storper (1997) expone un debate con respecto a la economía regional, presentando tres dimensiones en las que fundamenta la economía regional, la tecnología, el territorio y la organización. La tecnología y los cambios tecnológicos, se consideran el motor del desarrollo regional; que permiten la estandarización de los productos. El territorio, es el lugar donde tienen lugar los procesos de producción, y donde se generan nuevos productos, transacciones, complejos industriales, economías de escala y diseconomías. Además, la organización, es el grupo o la firma, encargada de realizar las transacciones bajo diferentes tipos de representaciones jurídicas. Así, la economía, es determinada como las relaciones prácticas económicas, tales como: procesos de comercialización y coordinación llevada a cabo por actores sociales en forma individual y colectiva.

#### 4.3.3 Desarrollo local

En nuestra investigación se ha considerado que el desarrollo local es de gran importancia y por ello se destaca que la OECD (2002), señala que el desarrollo local es un concepto de amplio alcance que puede entenderse mejor como un proceso mediante el cual ciertas instituciones y/o personas locales se movilizan en una localidad determinada para crear, reforzar o estabilizar actividades, usando de la mejor manera posible los recursos del territorio. Se puede entender como un esfuerzo “de abajo hacia arriba” de los actores locales por mejorar los ingresos, las oportunidades de empleo y la calidad de vida en sus localidades, en respuesta a las fallas de los mercados y de las políticas de los gobiernos nacionales para proveer lo que se requiere, particularmente en áreas subdesarrolladas o que experimentan ajustes estructurales. Las políticas de desarrollo local pueden contribuir también a la meta de fortalecer la participación local y la democracia.

Vázquez (1999) “define al desarrollo económico local como un proceso de crecimiento y cambio estructural que se produce como consecuencia de la transferencia de recursos de las actividades tradicionales a las modernas, de la utilización de economías externas y de la

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

introducción de innovaciones, y que genera el aumento del bienestar de la población de una ciudad, una comarca o una región. Cuando la comunidad local es capaz de utilizar el potencial de desarrollo y de liderar el proceso de cambio estructural, la forma de desarrollo se puede convenir en denominarla desarrollo local endógeno o simplemente desarrollo endógeno”.

Dado que el Distrito de Riego 041 cuenta con los recursos económicos (banca de primer y segundo piso que apoyan la actividad agrícola), así como de recursos humanos (usuarios-productores), instituciones (Comisión Nacional de Agua, Secretaría de Agricultura, Junta Local de Sanidad Vegetal, Instituciones de investigación agrícola, entre otras), culturales (como de asistencia técnica y de capacitación) y las economías de escala (compras en común); en conjunto fortalecen el potencial de desarrollo; permitiendo contar con una riqueza que ayuda a mejorar la calidad de vida local.

El mismo autor afirma que la estrategia de desarrollo económico local, se convierte durante los años ochenta en la estrategia de desarrollo territorial presentándose un esquema de las nuevas políticas que presentan un crecimiento difuso, una visión territorial, cuyos objetivos son la innovación, la calidad, la flexibilidad, la emprenditorialidad, y numerosos proyectos. Los mecanismos para llevarlas a cabo consisten en la movilización del potencial endógeno, es decir, utilización de recursos locales y externos con un papel preponderante de los primeros en la dirección del modelo de desarrollo local. Estos elementos van a determinar las posibilidades de competitividad del sistema, ya que los recursos propios o endógenos, y entre ellos las formas de organización local, determinan las posibilidades de respuesta a los cambios del entorno.

Las acciones para el desarrollo local deberán permitir mejorar la productividad y la competitividad, en el marco del sistema de producción existente. La primera puede ser un elemento de corto plazo mientras que la segunda, de carácter más estructural, implica cambios estructurales en la articulación del sistema considerado, en este caso el uso eficiente del agua de riego en el Distrito.

Como parte del desarrollo local podemos incorporar la sugerencia de Precado (2004). El autor menciona que es indudable que existe una relación entre infraestructura, desarrollo y

ordenación del territorio; a través de las potencialidades que ofrezca la región, ya que las infraestructuras son necesarias para que el citado desarrollo pueda alcanzarse. Es necesario analizar y evaluar los costes sociales y medioambientales. En este sentido, la política de infraestructura, aunque no es la única, es un elemento importante de la política regional, con el fin de contribuir a la corrección de los desequilibrios territoriales. Considera que, el espacio rural debe ser considerado como un medio innovador y competitivo y no como un territorio receptor de políticas asistenciales inhibitorias de la innovación o de políticas sectoriales de mercado, en nuestros términos de análisis podríamos decir sujeto de su propio desarrollo local endógeno.

En el contexto de las políticas territoriales asociadas a los procesos endógenos locales, cobra particular relevancia el análisis de los elementos de intervención por parte de actores públicos y privados para garantizar, mediante políticas activas, mejores condiciones de desarrollo.

Además, Precado (1992) resalta que “dentro de los factores de localización, el capital y la organización empresarial, desde el punto de vista de la localización, juegan un papel indirecto, y así, aunque son imprescindibles para que una unidad productiva logre sus fines, desempeñan una función secundaria en el problema de la localización. De hecho, así como hay industrias orientadas a la energía, a las materias primas o a la mano de obra, no existen industrias orientadas al capital o a la organización directamente. Estos factores pueden ejercer una atracción complementaria a favor de lugares específicos. De ahí que también el capital puede ser, en algunos casos, un determinante locacional.”

El mismo autor señala que “el termino capital puede tener diversas acepciones, pero para nuestros intereses las tres formas fundamentales son:

- a) Capital en forma de activo tangible o inmovilizado, como maquinarias, edificios e inventario (capital fijo).
- b) Capital intangible o circulante, que comprende desde instrumentos legales hasta dinero para la inversión”,

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

- c) Capital social como un conjunto de capacidades que tiene cada uno de los individuos.

##### **4.3.4 Competitividad**

Todo el planteamiento de evaluación e innovación de los sistemas regionales-locales es un proceso de desarrollo endógeno que conduce hacia la ganancia de competitividad. En este sentido el concepto sobre competitividad es central en el estudio.

Porter (1990), señala que la competitividad ha pasado a ser una de las preocupaciones cardinales del Gobierno y la industria de todas y cada una de las naciones. Menciona que el único concepto significativo de la competitividad a nivel nacional es la productividad nacional. Un creciente nivel de vida depende de la capacidad de las firmas de una nación para alcanzar altos niveles de productividad y para aumentar la productividad con el transcurso del tiempo. El crecimiento sostenido de la productividad requiere que una economía se perfeccione continuamente. Las empresas de una nación deben mejorar inexorablemente la productividad en los sectores existentes mediante la elevación de la calidad de los productos, la adición de características deseables, la mejora de la tecnología del producto o superación de la eficiencia de la producción. Por otra parte se menciona que para alcanzar el éxito competitivo, las empresas de la nación han de poseer una ventaja competitiva en forma bien de costes inferiores, bien de productos diferenciados que obtengan precios superiores. Para mantener la ventaja, las empresas han de conseguir con el tiempo ventajas competitivas más refinadas, mediante la oferta de productos y servicios de calidad superior o mediante un proceso de producción más eficiente. Esto se traduce directamente en crecimiento de la productividad. Así, la ventaja competitiva se crea y se mantiene mediante un proceso altamente localizado. Las diferencias a escala nacional en estructuras económicas, valores, culturas, instituciones e historias contribuyen profundamente al éxito competitivo.

En este trabajo, es particularmente relevante la construcción de la competitividad en el Distrito de Riego, asociada a las ventajas competitivas del mismo. La ventaja competitiva se deriva de la forma en que las empresas organizan y llevan a cabo actividades discretas. El funcionamiento de cualquier empresa puede dividirse en una serie de actividades tales como los vendedores



haciendo sus visitas comerciales, los técnicos del servicio haciendo sus reparaciones, los científicos diseñando productos o procesos en el laboratorio, los directivos financieros captando capital; y para el caso del distrito y los módulos de riego, haciendo un uso adecuado y eficiente del recurso agua.

Para el Distrito, la competitividad agrícola está dada por varios elementos; ésta puede estar influenciada por todos y cada uno de los elementos que se encuentran involucrados en los procesos de producción, tales como: la disponibilidad de agua en las presas, el crédito, los insumos, la comercialización, la asistencia técnica, la cosecha, los subsidios, entre otros.

#### 4.3.5 Planeación Agrícola

Algunas teorías y experiencias dentro del ámbito de planeación agrícola a nivel mundial, se muestran en una compilación realizada por Weitz (1969) sobre temas de planeación rural en los países de desarrollo durante la segunda conferencia de Rehoboth, Israel e inicia planteando una preguntante muy interesante que es: ¿Cuándo debe iniciarse la planeación agrícola en los países en desarrollo?. Para esta interrogante existieron muchas opiniones fundamentadas básicamente con respecto a las necesidades de los países precisamente en vías de desarrollo y también de los países desarrollados; señalando lo siguiente: “H.E.D.K. Jawara de Gambia, y J.B. yonke de Camerún, opinaron que debe desarrollarse primero la agricultura, para aumentar la producción de alimentos y reunir así un capital suficiente para su futura inversión en la industria. El doctor B. Johnston, de los Estados Unidos, señalo que la necesidad fundamental es la de incrementar la eficiencia de los recursos agrícolas existentes, más bien que la de desarrollar una nueva agricultura, para que se pueda asegurar el flujo de capital necesario para el futuro desarrollo industrial.

El profesor G. Leduc, de Francia, insistió en que debería desarrollarse la industria desde el principio; por supuesto, sin desatender el mejoramiento de la agricultura y sin ignorar que el capital para el desarrollo industrial sólo puede provenir de los bolsillos del agricultor.

A pesar de estas divergencias, hubo acuerdo general en que por lo menos algunas empresas industriales se deben desarrollar desde el principio, especialmente las que están conectadas con el mejoramiento de la agricultura. Entre ellas se encuentran las industrias químicas (de fertilizantes e

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

insecticidas), y las de elaboración de productos agrícolas primarios, como las algodonerías, los molinos de aceite, entre otras.

#### **4.4 OBJETIVOS**

##### **4.4.1 Objetivo general**

El proyecto tiene como objetivo general la elaboración de un Plan Estratégico para el Distrito de Riego, a partir de la detección de necesidades de mejora y oportunidades de incremento de la competitividad del sistema productivo del área de estudio, basado fundamentalmente en actividades agrícolas. Asimismo se llevará a cabo la formulación de estrategias primordiales de acción según los temas críticos detectados. De manera general, el propósito del estudio consiste en realizar un ejercicio de planeación estratégica para obtener una lista exhaustiva de los puntos problemáticos del sistema productivo local y de los distintos componentes de su solución. Todo ello permitirá plantear un proyecto de desarrollo a largo plazo (5 a 10 años), y para los módulos de riego que contemplen acciones de mediano y corto plazo.

##### **4.4.2 Objetivos específicos**

- a) Realizar un diagnóstico del sistema productivo local del Distrito para establecer el posicionamiento de la región frente a sus competidores y las tendencias económicas globales.
- b) Realizar un análisis del ambiente interno y externo al sistema de productores para obtener una visión comprensiva del mismo, a la vista de los componentes pasados, condiciones actuales y posibilidades futuras. Todo esto con la finalidad de generar un análisis de fortalezas y debilidades para lograr la mayor competitividad por medio de la búsqueda de oportunidades donde se tiene una fortaleza interna para responder a la competencia o para desarrollarse como región.

- c) Formular estrategias que permitan alcanzar el diseño de sistema deseado, apoyándose en las fortalezas del sistema de empresas y superando sus debilidades.
- d) Proponer grupos de trabajo según diferentes temas críticos que le den orientación y seguimiento a los puntos centrales sobre los cuales se trabajará.

## **4.5 METODOLOGÍA**

Para alcanzar los objetivos propuestos para esta investigación, y de acuerdo con el grado de complejidad, los métodos y técnicas que comprende la formulación del Plan Estratégico son:

- a) Elaboración de diagnósticos de carácter territorial y sectorial;
- b) Definición de los objetivos y las prioridades de desarrollo, que se realiza integrando las propuestas elaboradas por el grupo de actores de los módulos de riego;
- c) Planteamiento de estrategias y líneas de acción congruentes entre sí;
- d) Elaboración del documento del Plan Estratégico del Distrito de Riego.

A continuación se describe la composición del Plan, a partir de fases:

### **4.5.1 Fase de diagnóstico**

La actividad de diagnóstico, se refiere a la elaboración de un análisis que precise y cuantifique la situación presente de las actividades productivas del Distrito y pronostique la situación futura. Esto es, un diagnóstico que enfatiza cuatro ejes centrales de examen: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), revelando los aspectos críticos del área de estudio. Para ello es necesario realizar un inventario actual y potencial de los recursos con los que cuentan. Los datos duros se obtienen con la aplicación de un cuestionario, mientras que, los datos cualitativos se obtendrán a partir de la aplicación de entrevistas a productores y asociaciones. También se recurrirá

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

a la formación de mesas de discusión grupal integradas por productores y representantes de instituciones educativas, de capacitación y de apoyo técnico, así como actores gubernamentales, donde se discutirán los temas críticos identificados en el diagnóstico FODA, así como los objetivos y metas fijadas para incrementar la competitividad del Distrito y definir un proyecto de desarrollo de largo plazo.

Estas actividades tienen como objetivo lograr consensos en la definición de estrategias y líneas de acción que comprometan la actuación de los diferentes actores para alcanzar las metas planteadas.

##### **4.5.2 Modelo de solución: definición de objetivos y formulación de estrategias**

Una vez que se ha elaborado el diagnóstico en el que se ha hecho una interpretación de la realidad del sector agrícola, se procede a definir los objetivos y metas que guiarán las actividades futuras del conjunto de actores en el largo plazo. El objeto de esta fase es definir y jerarquizar los objetivos y, a partir de éstos, formular estrategias y proyectos que permitan alcanzar el modelo propuesto para los módulos de riego. La formulación de estrategias se realizará sobre una base de comprensión amplia de las necesidades y oportunidades existentes para garantizar que la solución propuesta de respuesta a las necesidades de cambio en el sistema productivo regional.

Al establecer las estrategias y definir las líneas de acción, se deben considerar dos elementos fundamentales como son: la coordinación entre usuarios-productores y directivos de los módulos; así como la colaboración entre los actores críticos y los diferentes actores que participarán. Cada una de las estrategias y líneas de acción establecidas, serán utilizadas para la formulación del contenido programático del plan y de los criterios de evaluación del mismo.

Ahora bien, para formular estrategias de acción, es necesario constituir tantos grupos de trabajo como temas críticos se identificaron, dichos grupos estarán compuestos por actores que representen diferentes módulos de riego y autoridades del Distrito. El objetivo que persigue la formación de mesas de discusión y la creación de grupos de trabajo alrededor de algunos temas

críticos, es definir una estrategia de desarrollo y fomento de la competitividad, sustentada en un gran consenso y compromiso por parte de los actores que serán los encargados de implementarla.

#### 4.5.3 Elaboración de los planes de acción.

La definición de líneas de acción, si bien aporta una visión finalista de la solución, no resuelve aun las preguntas de cuál es el impacto real de dicha solución, y qué hay que hacer para implantarla. En esta última fase, se elaboran planes de acción detallados que documentan las estrategias formuladas por los grupos de trabajo, resolviendo las cuestiones de quién, cómo, cuándo y dónde se realizan las estrategias planteadas para asegurar la implantación de la misma.

Así, para conocer el impacto real de las necesidades de cambio identificadas y asegurar la coherencia e integración de las soluciones propuestas, se plantean algunos modelos que pueden medir a mayor detalle el impacto esperado.

#### 4.5.4 Elaboración del documento del Plan Estratégico.

Esta última fase se refiere al trabajo final, al Plan como un documento rector de la actuación a largo plazo del sistema del Distrito y módulos de riego.

En lo que se refiere a los alcances de la propuesta, ésta es de carácter integral e intenta tener impacto no sólo en los productores como individuos, sino en todo el sistema productivo local en general. La principal aportación que realiza, estriba en la conformación y elaboración de un plan rector que define líneas de acción en el corto, mediano y largo plazo, apoyándose en un análisis previo de las situaciones de oportunidades, amenazas, debilidades y fortalezas del sistema productivo de los módulos de riego.

El estudio observa una considerable coherencia con los objetivos y misión de la política de desarrollo empresarial que actualmente se manejan a nivel de Distrito de Riego, al inscribirse dentro del marco general de la competitividad regional a partir del fomento y consolidación de sistemas productivos locales organizados en torno a los módulos de riego (grupos de productores).

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

Comparte el enfoque estratégico y de fomento a la competitividad que pone énfasis no sólo en el aspecto productivo de la actividad productiva, sino en el ambiente institucional y en la cultura empresarial en el área de estudio.

Con relación a lo anterior, Friedman (1991) señala que “la práctica de planeación, en el sentido actual empezó en las primeras décadas de este siglo. Pero para encontrar sus raíces ideológicas debemos remontarnos a los primeros años del siglo XIX, a los trabajos de Henri de Saint-Simón y Auguste Comte, en los que por primera vez tomó forma la idea de una ciencia que trabaja al servicio de la humanidad. Tuvo que pasar todo un siglo, colmado de cambios materiales y de percepción antes de que la planificación se consolidase como practica diferenciada con énfasis en la razón técnica y la racionalidad social. El primero, y más importante de todos estos cambios fue el declive gradual del orden “orgánico” de la sociedad feudal y el nacimiento de la economía como sistema de mercados interrelacionados (Polanyi, 1957). A medida que las actividades económicas empezaban a regirse por el principio del beneficio privado y a ser espoleadas por la competencia, casi todas las relaciones sociales fuera del hogar se hacían más dependientes del dinero. El segundo cambio fue una ciencia de la sociedad que, junto con sus diversas disciplinas, tuvo que lograr madurez y alcanzar una cierta aceptación social antes de que la nueva planificación pudiese basarse en ella. El tercero, la revolución industrial, tuvo que madurar antes de que el Estado burocrático tomase un rol activo en la promoción de las nuevas fuerzas económicas, manteniendo los equilibrios externos e internos necesarios, y haciendo frente a los enormes problemas sociales que había engendrado la industrialización.”

Además Friedman (1991), presenta los aspectos relevantes de una planificación moderna, los cuales se retomarán en el análisis de cómo fue la planeación agrícola para el área de estudio, los cuales son:

“1. Como forma de razón técnica, la planificación moderna se aplica a toda la gama de problemas que surgen en el ámbito público.

2. La planificación tiene lugar en, y se adapta a, un mundo rápidamente cambiante y cada vez más turbulento. Muchos aspectos de este mundo se mantendrán opacos a la comprensión humana y sólo ser parcialmente controlados.

3. En la práctica de planificación contemporánea, al conocimiento pragmático de la experiencia se han añadido conocimientos derivados de la investigación científica y técnica. El conocimiento científico se expresa en un lenguaje conceptual y grandilocuente, y en forma de modelos cuantitativos, y nos llega sólo en fragmentos desde diversas disciplinas y experimentos puntuales. A pesar de la falta de una única visión “científica” del mundo, estos fragmentos, incluso cuando están en conflicto, tienden a expresarse como hipótesis universalmente válidas. y,

4. La práctica de planificación actual debe someterse a la razón humana (como contraposición a la razón dividida). Perfeccionadas por la ciencia y la lógica, las afirmaciones específicas sobre el mundo deben validarse en un discurso abierto y racional, en el que la carga de la prueba recae generalmente en los que hacen la afirmación inicial. Al contrario que el diseño ortogonal, la planificación moderna tiene que justificarse políticamente en fórum abiertos. Como resultado, el apoyo para propuestas específicas de planificación generalmente toma la forma de un consenso frágil que está constantemente acosado por teorías y propuestas rivales. Lejos de ser autoritarios los planes modernos son históricamente contingentes y se basan en procesos democráticos de toma de decisiones”.

## **4.6 DISTRITOS DE RIEGO**

### **4.6.1 Distrito de Riego 041, Río Yaqui**

En el Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui, están comprometidos a contribuir con el desarrollo sustentable de la comunidad, preocupándose por aportar soluciones para solventar las necesidades de agua actuales, pero además comprometidos también a cuidar las necesidades de las generaciones futuras. Con lo anterior, se justifica realizar el Plan estratégico con el propósito de mejorar lo que se está realizando de manera inadecuada.

#### 4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

##### 4.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando que la competitividad y sostenibilidad implica mejorar las condiciones de vida de los usuarios-productores del distrito, éstos establecen metas permanentes en las distintas actividades agrícolas que desarrollan para lograr una mayor productividad en su actividad, y ser más competitivos con respecto a las condiciones que imperan a nivel nacional e internacional. A este respecto, se observa que el desarrollo del distrito implica inevitablemente la existencia de un proceso de desarrollo económico, lo cual involucra describir un modelo que coadyuve a mejorar las condiciones de la actividad agrícola.

En el presente estudio se exponen los resultados alcanzados para caracterizar la importancia de producción agrícola en el distrito, para los años agrícolas 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014 (Tabla 4.1).

*Tabla 4.1. Producción agrícola anual en el Distrito de Riego 041, Río Yaqui.*

Año Agrícola	Superficie		Producción (ton)	Valor de la producción (\$)
	Sembrada (ha)	Cosechada (ha)		
2010-2011	217.501	217.201	1.719.427	4.714.358.286
2011-2012	218.029	217.065	1.604.022	5.757.256.951
2012-2013	217.502	216.519	1.779.748	7.149.649.646
2013-2014	220.500	217.584	1.924.376	9.008.696.540
<b>Promedio</b>	<b>218.383</b>	<b>217.092</b>	<b>1.756.893</b>	<b>6.657.490.355</b>

El principal problema del área de estudio, es enfrentarse a una sequía, la cual es un fenómeno muy complejo que se origina por anomalías meteorológicas, las cuales reducen los niveles de precipitación por debajo de la media y que, cuando se prolonga durante un año agrícola o durante períodos más largos, hace que las precipitaciones sean insuficientes para responder a las demandas de los diferentes usuarios del agua y del medio ambiente. Este déficit de precipitación puede manifestarse en períodos muy cortos, la evolución sigilosa y lenta de la sequía hace que, en ocasiones, sus efectos pueden tardar meses e incluso años en manifestarse afectando de manera adversa el escurrimiento del agua en el río, los niveles de almacenamiento en el sistema de presas e incluso los niveles del agua subterránea.



No es sencillo determinar cuándo empieza y cuándo termina una sequía, y en la actualidad la mayor parte de los distritos de riego de México no cuentan con los criterios para decidir cuándo ha empezado y cuándo ha terminado una sequía. Otro factor que complica un poco más la confusión en torno a la realidad o no de una sequía es la ausencia de una definición precisa y universalmente aceptada de la misma. La definición de sequía debería responder a las características propias de la región afectada, ya que las sequías son regionales y cada región presenta características climáticas y de infraestructura específica y diferente.

Dadas las condiciones de infraestructura hidroagrícola con que cuenta la cuenca del río yaqui (presas de almacenamiento y pozos profundos), se considera que la sequía no es únicamente un fenómeno físico que puede ser definida únicamente por el clima, como la mayor parte de las personas asume, por lo que, en esta cuenca la sequía también puede ser causada por un incremento en la demanda del agua disponible durante períodos de escurrimientos promedio o incluso durante períodos secos. De esta manera la sequía en la cuenca puede verse como un balance entre el agua disponible y el agua demandada por los diferentes usuarios.

En todo planteamiento de innovación de los sistemas regionales-locales como lo desarrolla el distrito, se determina un proceso de desarrollo endógeno que conduce hacia la ganancia de competitividad.

#### 4.7.1 Diamante de Porter

Con relación a lo anterior, se consideró el diamante de Porter, desde la perspectiva del recurso agua, a través del gobierno mexicano; donde este gobierno debe actuar como catalizador y competidor; teniendo que apoyar en mayor medida al distrito de riego; y a la vez, a los módulos de riego con el propósito de hacerlos más competitivos, como se observa en la figura 4.2.; además de que todos los involucrados presentan influencia de manera proactiva por el mismo gobierno; donde: Los Clientes, son personas o empresas receptoras del bien, servicio o producto (en este caso el recurso agua) a cambio de dinero; los Complementadores, son considerados como cooportunidad (complementar acciones para ampliar el mercado, y luego competir), ampliando el mercado con beneficio recíproco; los Proveedores suministran lo necesario para un fin, y los Competidores son

#### 4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

considerados como competencia donde los agentes económicos tienen la libertad de ofrecer bienes y servicios en el mercado.

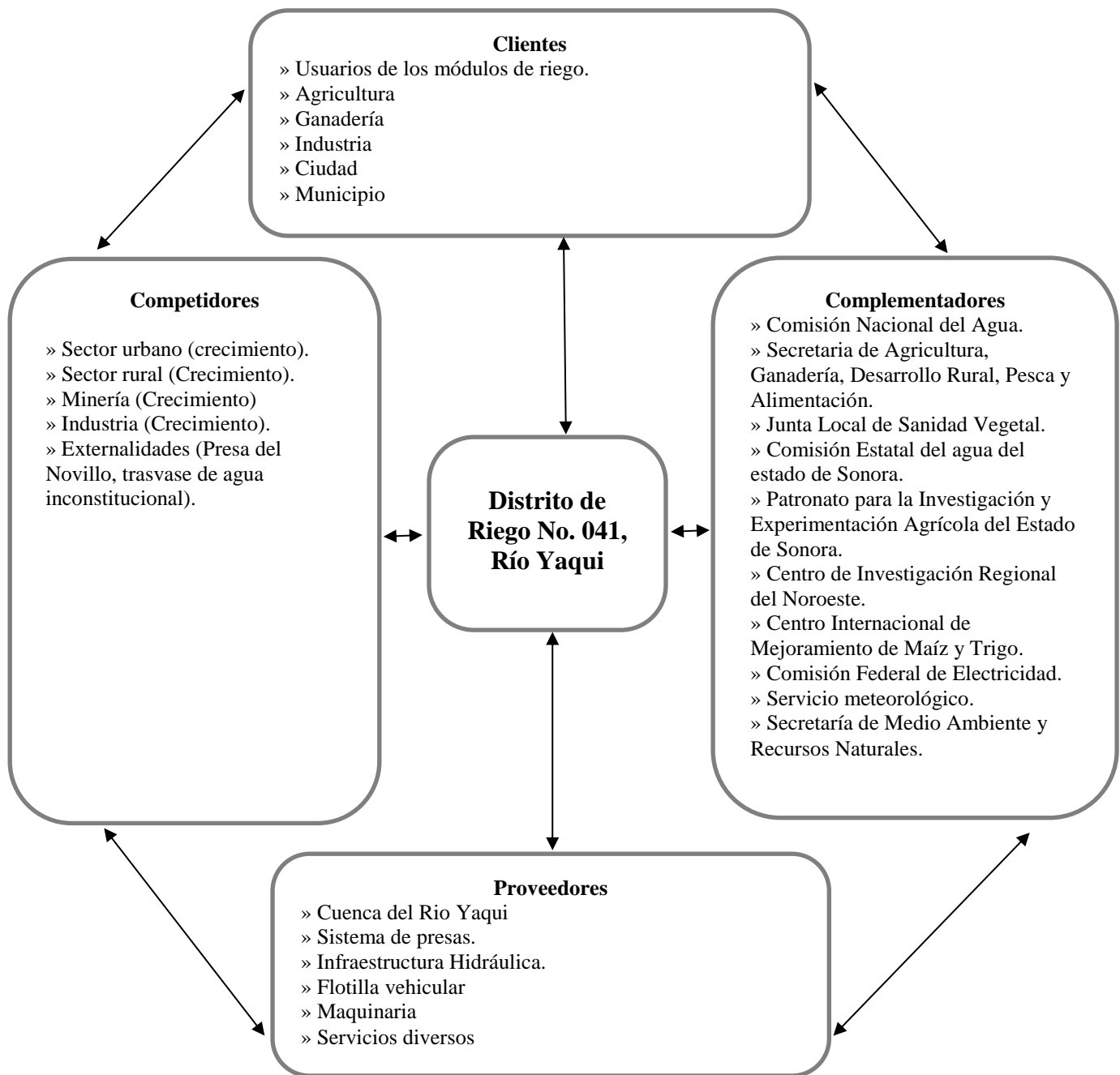


Figura 4.2. Diamante de Porter adaptado al Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui.

Una vez lograda la intervención de los actores en la competitividad, deberán especializarse y mejorar dinámicamente; con el propósito de lograr una sustentabilidad en la producción agrícola, con la premisa de desarrollarla socialmente justa, económicamente rentable y ecológicamente

amigable con el medio ambiente. Como sociedad se tiene el compromiso de entregar el área agrícola del distrito a futuras generaciones de manera sostenible en el tiempo.

#### 4.7.2 Plan Estratégico

##### 4.7.2.1 Situación de la actividad agrícola y alternativas de solución

En los últimos años, en el Distrito de riego, se han presentado condiciones climatológicas atípicas al comportamiento generalmente mostrado, influenciada por la presencia de fenómenos meteorológicos extraordinarios, provocando problemas en la captación de agua en los diferentes sistemas de almacenamiento.

La crítica situación actual con respecto a la alta incidencia de renta de la superficie agrícola, manifiesta que más del 85%, se encuentra rentada entre usuario (dueño de la tierra) y el productor (arrendatario) en la región; lo cual no ha sido debidamente dimensionada tanto por los gobiernos y por los usuarios, ya que estos efectos se empiezan a presentar, y no se cuentan con alternativas suficientes para aminorarlos, causando problemas de tipo social y económico de carácter estructural para la región; en razón de que las parcelas están siendo desgastadas o simplemente la actividad agrícola está dejando de ser rentable para quienes producen; además, de sumar también a este problema, el aumento en los niveles de población de plagas, la radicación de enfermedades, los altos costos de producción, los apoyos gubernamentales tardíos a la producción y comercialización de granos básicos, las normas sanitarias a las exportaciones, entre otras.

Encontrando el siguiente entorno en la investigación:

- Existe una evidente necesidad de adecuar la producción agrícola en los módulos de riego a las condiciones de sus recursos, y a la incertidumbre del marco comercial actual con los Estados Unidos de Norteamérica.

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

- Los módulos de riego han visto muy marcada la dependencia económica, debido al monocultivo (trigo hasta el 75% de la superficie sembrada), y de manera muy conveniente para los productores.
- En los últimos años se han agudizado aún más problemas como: precios reducidos, altos costos de producción y falta de cuidado en el manejo del recurso agua por parte de los módulos de riego, y del mismo distrito.
- Ante mayor incidencia de plagas y enfermedades aumenta el deterioro ecológico.
- En caso de presentarse una emergencia fitosanitaria, como la ocurrida con la roya de la hoja en ciclos anteriores del trigo, la región es muy susceptible a sufrir pérdidas por la escasa diversificación de cultivos y de actividades y la disponibilidad insuficiente de equipos y productos para su prevención.
- Los problemas de recolección, transporte, acopio y comercialización de granos se agudizan en un periodo muy corto de cosecha.
- Se han desaprovechado oportunidades que brinda la reconversión productiva orientada a cultivos de exportación, dependiendo la economía regional de un solo cultivo. Una agricultura de reconversión presenta las ventajas siguientes: Ahorro de recursos naturales y menor contaminación, Diversificación de la producción y las actividades, Mejoras de productividad y competitividad, Consolidación de una nueva cultura productiva, Utilización de tecnología de punta e integración de cadenas productivas que pueden reactivar el modelo de desarrollo económico y social del distrito y Mayor contribución al desarrollo integral de los módulos y el distrito de riego.

En la tabla 4.2., se exponen los principales hallazgos del estudio de análisis del entorno del sector agrícola en los módulos de riego, pertenecientes al distrito, en los ámbitos interno como en el externo, para conocer las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) del mismo.

**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LOS MÓDULOS DEL DISTRITO DE RIEGO  
No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

*Tabla 4.2. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).*

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actividad agrícola competitiva.</li> <li>2. Entorno natural adecuado.</li> <li>3. Módulos de riego constituidos legalmente y formados por un consejo de administración.</li> <li>4. Instalaciones propias con todos los servicios para su operación.</li> <li>5. Dotación volumétrica de agua por módulo de riego.</li> <li>6. Maquinaria para labores (Revestimiento, Nivelación, Drenaje, otros).</li> <li>7. Red de canales bien estructurada y tomas de medición.</li> <li>8. 9,4% de Revestimiento de la red de canales.</li> <li>9. Conservación, modernización y revestimiento de canales.</li> <li>10. Inversión en proyectos.</li> <li>11. Programación de riegos oportunos.</li> <li>12. Manto freático adecuado.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconversión de cultivos más rentables.</li> <li>2. Valoración económica del recurso agua.</li> <li>3. Productos de exportación.</li> <li>4. Instituciones de investigación y educación agrícola.</li> <li>5. Existencia de formas propias de organización.</li> <li>6. Recursos suficientes para cuidar el medio ambiente.</li> <li>7. Sustentabilidad del recurso agua en el sistema de presas.</li> <li>8. Mejora de modernidad en módulos de riego.</li> <li>9. Riego tecnificado.</li> <li>10. Tecnificación con compuertas automatizadas (Tipo Rubicon FlumeGate).</li> <li>11. Recuperación de tierras rentadas por parte de los usuarios (dueños de las parcelas).</li> <li>12. 90,6% Revestimiento en la red de canales.</li> </ol>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manejos inadecuados en algunos módulos de riego (exceso en utilizar agua por hectárea).</li> <li>2. Falta de capacitación continua en manejo de riegos.</li> <li>3. Falta de control en la venta de agua para el usuario.</li> <li>4. Uso ineficiente de conducción del agua.</li> <li>5. Falta de visión a corto plazo en contaminación, degradación y salud en los recursos naturales y humanos.</li> <li>6. Escases de mano de obra.</li> <li>7. Infraestructura productiva deficiente (comunicaciones).</li> <li>8. Infraestructura social deficiente (inseguridad).</li> <li>9. Disminución hasta del 90% de los usuarios en la producción.</li> <li>10. Dependencia del 75% de un solo cultivo (trigo).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sequias prolongadas.</li> <li>2. Baja rentabilidad de la agricultura y posibilidad de abandonar la actividad la mayoría de los productores.</li> <li>3. Incremento de la cuota por millar de agua.</li> <li>4. Degradación de suelos por siembra de cultivos inadecuados (higuerilla).</li> <li>5. Opiniones múltiples de manejo y operación.</li> <li>6. Concentración de tierras en pocos productores.</li> <li>7. Ausencia de actividades complementarias en el área agrícola.</li> <li>8. Inadecuado manejo del agua de riego.</li> <li>9. Recortes de apoyos Estatales y Federales.</li> <li>10. Mayor trasvase de agua de una presa a otra.</li> <li>11. Contaminación de la cuenca.</li> </ol>

#### 4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

##### 4.7.2.2 Establecimiento de Problemas y Objetivos

A partir del diagnóstico en el área de estudio, se identificaron problemas centrales y objetivos generales que se proyectan en la tabla 4.3.

*Tabla 4.3. Problemas centrales y objetivos generales.*

<b>Problemas centrales</b>	<b>Objetivos generales</b>
Escasa reconversión de la actividad agrícola y falta de rentabilidad en la actividad.	Desarrollo de la actividad agrícola competitiva y sostenible.
Poca articulación entre módulos de riego para generar un proyecto común y operativo.	Establecimiento de un marco de planeación integral que permita la implementación y seguimiento de un proyecto de desarrollo a largo plazo para el distrito de riego.

##### 4.7.2.3 Problemas específicos:

El trabajo directo con los involucrados (Usuarios, productores, directivos, personal técnico y regador de los módulos riego) en la actividad agrícola permitió detectar los siguientes problemas específicos:

- Riesgo latente por falta de Agua en el sistema de presas.
- Renta de tierras (hasta el 85% de la superficie total).
- Incremento de renta al mejor oferente.
- Desvinculación entre Usuarios (dueños de la tierra)- productores (rentistas), módulos de riego y distrito de riego.
- Opiniones de operatividad diferentes en módulos de riego.
- Falta de continuidad a proyectos.
- Mal uso del suelo agrícola (siembra de higuera).
- Riesgo latente de plagas y enfermedades.
- En algunos módulos, falta de actividades previas para la siembra (como limpia de canales y drenes).
- Exceso de consumo de agua en suelos arenosos.
- Falta de apoyo a módulos de riego (visión productiva).
- Falta de revestimiento de canales (pérdidas por conducción, escorrentía, filtración profunda y evaporación).
- Falta de nivelación de terrenos.
- Ausencia de actividades complementarias al sector.
- Falta de recursos económicos en los módulos de riego.
- Tiradas de riego muy largas.
- Ensalitrado de algunas parcelas.
- Sin distribución de beneficios en los módulos de riego (cuotas de agua).
- Apoyos federales tardíos.
- Falta de eficiencia en la producción (cadena de valor).
- Falta de bitácoras, y escalas de referencia en los niveles de agua.
- Falta de capacitación y apoyos para regadores y zanjeros.
- Escases de regadores.
- Poco interés de los usuarios para asistir a asambleas en los módulos de riego.
- Necesidad de generación de empleo de calidad.
- Escasa redistribución de beneficios a lo largo de la cadena productiva.
- Vialidades inadecuadas y falta de seguridad.
- Falta de maquinaria agrícola, pozos salados y algunas guillotinas viejas en mal estado.
- Autorización de segundos cultivos en superficies muy dispersas.
- Falta de estrategias de capitalización que beneficien a los socios del distrito de riego.
- Poco o nulo impacto del Proyecto de Riego por Gravedad Tecnificado (RIGRAT).
- Se carece de apropiación como usuarios del Distrito de Riego.
- En algunos módulos existen directivos vitalicios.
- Riesgo por manejo de operación inadecuado.

#### 4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

##### 4.7.3 Formulación de estrategias

Las estrategias generales se derivaron de los dos objetivos centrales, mientras que los problemas específicos permitieron estructurar los proyectos y las acciones contempladas en cada uno de ellos.

##### 4.7.3.1 Estrategia 1: Organización

**Objetivo General:** A corto plazo, dar seguimiento inmediato a las acciones que plantee cada uno de los módulos de riego con la finalidad de crear espacios de unidad e igualdad. A mediano plazo, establecer mecanismos de capacitación permanente y capacidad organizativa que permitan una mejora sostenida de la competitividad de las actividades productivas emprendidas en los módulos de riego. A largo plazo, lograr detonar un modelo de desarrollo capaz de incorporar a todos los usuarios de los módulos de riego para que realmente funcione la actividad agrícola como fue planteada inicialmente y no concentrar la actividad en pocos productores.

##### 4.7.3.2 Proyectos:

##### 4.7.3.3 Fortalecimiento de los Consejos de Administración

**Objetivo:** Revisar el marco normativo existente que afecte la actividad de agrícola, proponiendo iniciativas para mejorar el contexto normativo, y que intervenga en el seguimiento y evaluación de los proyectos del sector agrícola (tabla 4.4).

Tabla 4.4. Acciones y resultados a seguir para el fortalecimiento del consejo de administración.

Acciones	Resultados
Fortalecimiento de la estructura de los Consejos de administración, sus funciones y fuentes de financiamiento para los módulos de riego.	Contar con un documento (plan de seguimiento).
Elaboración de un plan estratégico a largo plazo.	Contar con un documento rector del desarrollo de los módulos de riego consensado e identificación de responsables para impulsar las propuestas.



#### 4.7.4 Estrategia 2: Planeación Integral

**Objetivo General:** A corto plazo, asegurar la conclusión de los proyectos ya emprendidos y el inicio de otros complementarios. A mediano y largo plazo, dar seguimiento a las normatividades que coadyuven al desarrollo competitivo y sustentable de los módulos de riego en equilibrio con su vocación productiva y necesidades socioeconómicas.

##### 4.7.4.1 Proyectos:

##### 4.7.4.2 Ordenamiento ecológico y territorial (vocación agrícola del área de estudio)

**Objetivo:** Establecer los ordenamientos territoriales que aseguren el respeto a la vocación productiva de la región, así como el uso más adecuado del suelo para asegurar la competitividad y sustentabilidad del desarrollo de la zona. Estos instrumentos de ordenamiento proporcionarán el marco de integración de la conservación del medio con el desarrollo de actividades productivas en el área (tabla 4.5.).

*Tabla 4.5. Acciones y resultados a seguir en el ordenamiento ecológico y territorial.*

<b>Acciones</b>	<b>Resultados</b>
Elaboración del ordenamiento ecológico de la región.	Establecimiento de usos de suelo óptimos y censo de recursos naturales.
Elaboración de planes de ordenamiento específicos para las zonas urbanas y rurales de la región.	Contar con el ordenamiento urbano y rural de un plan de desarrollo de las infraestructuras y servicios en estas áreas.

##### 4.7.4.3 Implementación y Seguimiento del Plan Estratégico

**Objetivo:** Contar con un plan estratégico (tabla 4.6.) que integre y ordene las diferentes acciones emprendidas en el distrito de riego para lograr:

- El establecimiento de un marco de planeación integral que permita la implementación y seguimiento de un proyecto de desarrollo a largo plazo.

#### 4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)

- Desarrollo de la actividad agrícola y actividades conexas o relacionadas.

Tabla 4.6. Acciones y resultados a seguir para el plan estratégico.

Acciones	Resultados
Identificación y discusión consensada de proyectos prioritarios del Plan estratégico del distrito de riego.	Acuerdos de cooperación y consecución de financiamiento para el desarrollo de los proyectos.
Seguimiento de los proyectos y acuerdos de cooperación.	Logro de los objetivos y metas de los proyectos realizados, evaluación de los proyectos.
Revisión del Plan estratégico: revisión de proyectos realizados, sus resultados y ajuste del plan de acuerdo con lo logrado, lo pendiente y los problemas detectados.	Actualización del plan, evaluación de avances y nuevas propuestas cada dos años.

##### 4.7.4.4 Revisión de los acuerdos y plan de uso sustentable del agua a largo plazo

**Objetivo:** En el corto plazo, regularizar la situación existente respecto a acuerdos previos sobre el uso del agua. En un horizonte de mediano y largo plazo establecer, a partir de un diagnóstico hidrológico de la zona, un plan de uso del agua sustentable que permita garantizar el abasto del recurso en el distrito de riego en el futuro (tabla 4.7.).

Tabla 4.7. Acciones y resultados a seguir en el uso del agua.

Acciones	Resultados
Actualización y/o realización del estudio hidrológico de la región y elaboración de un plan de uso sustentable del recurso.	Estudio hidrológico del área y propuesta de uso sustentable del recurso.
Renegociación de los actuales acuerdos de abastecimiento de agua.	Actualización de la información sobre uso del agua e iniciativas para la regularización de los usos irregulares (Presa el Novillo).
Implementación de las acciones contempladas en el plan de uso sustentable del agua.	Incorporación del manejo sustentable del agua a todas las normatividades aplicables a la zona. Medidas de control de respeto a la normatividad.

#### 4.7.5 Estrategia 3: Competitividad y Producción

**Objetivo General:** Aumentar la competitividad mediante acciones sobre los aspectos relacionados con todas las etapas de producción. Esta estrategia busca diversificar las actividades y tratar de articular algunas cadenas productivas en los módulos de riego. Esta estrategia está muy relacionada con los resultados que se obtengan del estudio sobre la cadena de valor para el sector que se encuentra en curso.

##### 4.7.5.1 Proyectos:

##### 4.7.5.2 Crecimiento de la agricultura

**Objetivo:** Asegurar que la tecnología utilizada en cada una de las etapas relacionadas con la producción de la agricultura pueda alcanzar estándares de eficiencia y calidad (tabla 4.8.).

*Tabla 4.8. Acciones y resultados a seguir para el crecimiento de la agricultura.*

<b>Acciones</b>	<b>Resultados</b>
Realizar un estudio de cadena de valor de la agricultura.	Estimación de oportunidades para mejorar la productividad.
Generación de una red de información sobre innovaciones y tecnología por etapas de los procesos productivos.	Nivelación de los estándares de producción a largo plazo y entre los diferentes productores.
Elaboración de un programa de capacitación en aspectos básicos.	Nivelación de los estándares de producción (a medio plazo).

##### 4.7.5.3 Aumento de la producción

**Objetivo:** Aumentar la importancia de la agricultura en la economía de la región en términos de valor agregado y de empleo (tabla 4.9.).

*Tabla 4.9. Acciones y resultados a seguir para aumentar la producción.*

<b>Acciones</b>	<b>Resultados</b>
Conclusión del estudio de la cadena de valor.	Diagnóstico general del proceso de producción y detección de problemas.
Estudios y plan hidrológico.	Establecimiento del potencial de crecimiento de las actividades de los cultivos.

## **4.8 CONCLUSIONES**

Mediante el análisis elaborado y basado en el marco lógico como metodología central, enfocado al distrito y a los módulos de riego, se determinó que se cumple la hipótesis planteada en la investigación; al existir una desvinculación entre actores (usuarios-productores y directivos) que disminuyen su eficiencia y competitividad en el uso de agua de riego y actividades complementarias.

El marco lógico permitió identificar que la mayoría de los módulos de riego presentan una mejora potencial; la cual, deberá realizarse corrigiendo una serie de acciones que se desarrollan interna y externamente de manera inadecuada. Si bien, todos los módulos cuentan con una estructura de administración, en su mayoría no funciona como tal, ya que se le deja la responsabilidad de ejecución a una sola persona que representa a los tres principales actores de cada módulo (Presidente, Secretario y Tesorero).

En la mayoría de los módulos de riego, debería existir una mayor vinculación entre el dueño de la tierra (usuario), el mismo módulo de riego, el productor (rentista), y el distrito de riego; que permita llevar con éxito los proyectos en común con los que se cuentan, como son: incremento en el revestimiento de canales, nivelación de terrenos, rescate de suelos ensalitrados y producción agrícola rentable, con la finalidad de iniciar con la redención de tierras rentas, que permita realmente beneficiar a los 22.659 usuarios (originales) que conforman el padrón del distrito y no concentrar la producción en pocos productores.

El Marco Lógico permite la comprensión entre los actores (usuarios-productores), y quienes promueven el desarrollo de la actividad agrícola (directivos de todas las dependencias). Así mismo, admite la articulación de esfuerzos en las diferentes etapas de la elaboración del plan estratégico.

#### **4.9 BIBLIOGRAFIA**

1. Aldunate, E. y Córdoba J. (2011) Formulación de programas con la metodología de marco lógico. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Santiago de Chile.
2. Bedon Martínez, M.A. (2012) Modelo de planificación estratégica basado en el sistema de marco lógico. Caso de aplicación "Fundación Árbol de la Esperanza". Escuela Nacional Politécnica. Facultad de Ciencias Administrativas. Quito, Ecuador. Tesis.
3. Covarrubias, I. (2004): "Competitividad y Gestión Local en PyMES de la base tecnológica en dos ciudades venezolanas", Ponencia presentada en el Encuentro Internacional Desarrollo Local en un mundo Global Encuentros Virtuales de Economía. [www.eurned.net/evel](http://www.eurned.net/evel).
4. Comisión Nacional de Agua. 2003. Determinación de la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero valle del yaqui, estado de sonora. Subdirección General Técnica.
5. Conza Salas, B. A. (2003) Modelo de identificación, formulación y evaluación de proyectos de desarrollo sostenible aplicado al abastecimiento de agua en zonas marginales: el sistema de marco lógico. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú. Tesis.
6. Díaz Bautista, A. Los determinantes del crecimiento económico. Comercio internacional, convergencia y las instituciones. Plaza y Valdez editores. México 2003.
7. Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui. 2015. <http://drryaqui.org.mx/historia.html>
8. Ferreira, Carlos (1989), "As teorias da localizacao e a organizacao espacial da economia", en Paulo Roberto hadad (org.), Sergio Boisier et al (1989), Economía regional: Teorías e métodos de Análise. Fortaleza, Brasil.

#### **4. COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN ÁREAS AGRÍCOLAS REGABLES EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 041, RÍO YAQUI (SONORA, MÉXICO)**

9. Friedmann, John. Planificación en el ámbito público. Ministerio para las administraciones publicas de Madrid España. Traducción Silvia Godé Puyuelo. 1991. Version original: Planning in the public domain: From knowledge to action. Princeton University Press, Chichester, West Sussex. United Kingdom.
10. Furio, E. (1996): Evolución y cambio en la economía regional. Ariel Economía, Madrid, España.
11. González, García Juan y Villa Aguijosa José Luís (2004) “reflexiones para el análisis regional social” en Acevedo y Navarro (Coordinador) Economía y Desarrollo Regional en México. UDG. M. CEDEN, ININEE y AMCE. Guadalajara. Págs. 85-108.
12. Goodstein, L., Nolan, T., and Pfeiffer, J. W. (1998). Planeación Estratégica Aplicada. México, DF: Compañía Editorial Continental, S.A.
13. León J. Rosemberg y Lawrence D. Posner (1979). *The logical framework a manager's guide to a scientific approach to design & evaluation. Practical Concepts Incorporated, Washington, DC.*
14. Martínez Pellegrini, S. E., Hernández D., Durazo, E., Barceló Aguilar J. G. (2010) Política de competitividad de Baja California 2008-2013. Sinergias de segunda generación. El Colegio de la Frontera Norte A.C. Tijuana, B.C.
15. Martínez Pellégrini. S. E. (2006) Sistemas productivos locales e integración económica: El caso de Baja California, México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Estructura Económica y Economía del Desarrollo.
16. Montiel, V. M. (2016). Aportaciones de la metodología de marco lógico para la integración de proyectos universitarios. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Tlaquepaque, Jalisco México. Tesis

17. OCDE (2002) Desarrollo Territorial. Mejores prácticas de desarrollo local. Cuaderno de trabajo 27. Librería El Correo de la UNESCO, S.A., México.
18. Ortégón, E., Pacheco J. F. y Prieto A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Santiago de Chile.
19. Porter E. Michael (1990). La ventaja competitiva de las naciones. Javier Vergara Editor S.A.
20. Precedo Ledo A. y Villarino Pérez M. (1992). La localización Industrial. Editores Síntesis. Madrid, España.
21. Precedo Ledo, A. (2004). “Nuevas realidades territoriales para el siglo XXI. Desarrollo local, identidad territorial y ciudad difusa” Editorial Síntesis. Madrid.
22. Richardson, H.W. (1978). Urban economics. The Driden Press; Illinosi.
23. Storper, M. (1997). The regional World, Guilford Press, N.Y.
24. Vázquez Morales A. L. (2013). Evaluación mediante el marco lógico del proyecto: conservación de suelos en áreas degradadas en Tlacotepec Plumas, Oaxaca. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. Tesis.
25. Vázquez, Barquero Antonio. (1993) Política Económica Local. Pirámide.
26. Villa Sánchez S. La competitividad en el sistema productivo local del vino en el Valle de Guadalupe. Tesis presentada para obtener el grado de Maestría en desarrollo regional. Tijuana, B.C. 2002.







## **CAPÍTULO 5**

## **CONCLUSIONES**







### 5. CONCLUSIONES

1. El Análisis Envolvente de Datos (DEA) estudiado en un área agrícola compacta, con el 96% de riego por gravedad, permitió detectar que, las áreas regadas del Canal Principal Alto y el Canal Principal Bajo son distintas; indicando que la primera área tiene mayor eficiencia debido a que, pese a contar con una menor superficie, el uso del agua de riego es menor.
2. Al realizar el análisis interanual con el DEA en cuatro años agrícolas, se identificó que la eficiencia en el uso de agua de riego depende de las condiciones de gestión de cada uno de los módulos, donde se deben realizar ajustes de superficie sembrada, gestión de volumen de agua y reducción de costos de producción.
3. Las ineficiencias en los módulos de riego, se deben a: 1) *Superficie regada*, autorización de siembra por parte de las autoridades y presión de los productores para contar con una actividad económica; 2) *Costos de producción*, incertidumbre política y económica de la no regulación de precios en los insumos, debido a la paridad del dólar con respecto al peso mexicano y, 3) *Volumen de agua*, no se regula la venta de agua, debido a intereses económicos y políticos de cada uno de los módulos, ya que cuentan con una dotación volumétrica del recurso asignado por decreto a través de la Comisión Nacional de Agua, teniendo en la mayoría de los casos, una mala gestión del recurso.
4. Al analizar el output (valor total de la producción), la ineficiencia se manifiesta en problemas tales como: precios reducidos de las cosechas; ocasionado en parte por los altos costos de producción y falta de cuidado en la gestión (manejo) del recurso agua por parte de los módulos de riego, y del mismo distrito en su conjunto.
5. Los módulos de riego que llegaron a ser eficientes en las distintas campañas agrícolas, se caracterizan por contar en su superficie sembrada con cultivos de mayor valor económico (hortalizas), a la vez de haber transformado adecuadamente sus inputs.

6. Al analizar el Suministro Relativo de Agua (RWS), se determinó que el distrito se encuentra usando agua de riego por encima de lo requerido, lo cual se traduce en pérdidas de recursos naturales y económicos, que pueden llegar a ocasionar falta de agua en la presa; generando un ajuste drástico como se desarrolló en las campañas agrícolas 2003-04 cuando no se regó ninguna superficie con agua superficial, utilizando solo agua de pozos.
7. Con el indicador Suministro Relativo de Agua de Riego (RIS), se estimaron valores promedio en el distrito de 1,48; 1,34; 1,57 y 1,70 para cada año analizado. Con estos resultados, y en función de los rangos propuestos para el distrito, se aprecia que el año 2011-2012 fue más eficiente que el resto de los años analizados, contando con 26 módulos de riego con promedio del RIS de un riego adecuado.
8. En los indicadores de gestión sobre eficiencia en la productividad, se dio mayor énfasis al indicador Productividad por unidad de agua de riego suministrada, el cual indicó que existen grandes variaciones en cada uno de los módulos de riego en función a su producción por unidad de agua usada, donde el módulo 4-P-8 en el año agrícola 2010-2011 fue más rentable que el resto de los módulos, con un promedio 7,29 pesos por m<sup>3</sup> de agua usada; determinando que no sembró ni una sola ha de trigo, estableciendo el 67,36% de su superficie con otros cultivos (hortalizas), lo que le llevó a contar con un mayor ingreso económico por ha producida y el módulo 4-P-4 sembró el 75,88% de trigo y fue el menos rentable que resto de los módulos de riego.
9. Se deben tomar medidas con prontitud, ya que en las campañas agrícolas 2013-2014, a través del RIS se precisó que el 88,09% de los módulos de riego contaron con un riego inadecuado, y que en el futuro, se puede tener una gestión del uso de agua de riego equivocada en el distrito para las consecutivas campañas agrícolas.
10. El Marco Lógico identificó a los módulos de riego que presentan una mejora potencial; la cual, deberá realizarse corrigiendo una serie de acciones que se desarrollan interna y externamente mal. Determinando que existe una desvinculación entre actores (usuarios-productores y directivos) en algunos módulos que disminuyen su eficiencia, y competitividad en el uso de agua de riego y actividades complementarias.

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1 PROPUESTAS DE INVESTIGACION A FUTURO

El estudio realizado para los 42 módulos de riego, en 4 años agrícolas consecutivos, es de gran relevancia para el sector agrícola, ya que ha permitido conocer las ineficiencias en el uso de agua de riego en la región, a través del Análisis Envolvente de Datos, los indicadores del International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID), y la metodología de Marco Lógico, además de sus actividades complementarias. En este contexto, se plantean algunos temas a desarrollar a futuro:

1. Al no considerar como input la *lámina de riego a nivel parcela*, ha originado que los resultados obtenidos estén influenciados por el volumen de agua total para la superficie regada (millones m<sup>3</sup>), situación importante si se considera que el volumen de agua representa el patrimonio más importante del distrito, por lo que se propone realizar un estudio considerando nuevos Inputs, como podrían ser los aforos a nivel parcela y los costos del agua en parcela.
2. Desarrollar un estudio sobre los indicadores Financieros, que relacionen los costos de gestión de cada uno de los módulos de riego, con respecto a la superficie regada; así como los Indicadores Ambientales, los cuales estudian la calidad del agua de riego, las variaciones en la profundidad de la capa freática, y el balance de sales en el suelo, entre otros.
3. Realizar el Marco Lógico en cada uno de los módulos de riego, con el propósito de articular esfuerzos en las diferentes etapas de la elaboración de sus planes estratégicos.
4. Caracterizar a los módulos de riego, a través de Clusters en las áreas regadas del Canal Principal Alto, y el Canal Principal Bajo con el objetivo de encauzar el desarrollo del distrito de una manera sistémica, empleando las ventajas competitivas y comparativas de la región.
5. Dar seguimiento a lo realizado en este estudio, con la finalidad de concienciar a todos los involucrados para tomar medidas con prontitud en los módulos ineficientes.